



### 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

# 중립파일 기반의 멀티 조선소 시뮬레이션

## 환경에 관한 연구

Research for multi-simulation environment construction  
based on neutral file



지도교수 우종훈

2015년 2월

한국해양대학교 대학원

조선해양시스템공학과

윤 경 원

본 논문을 윤경원의 공학석사

학위논문으로 인준함.



위원장 남종호 (인)

위원 박주용 (인)

위원 우종훈 (인)

2015년 01월 20일

한국해양대학교 대학원

# 목 차

LIST OF TABLES .....	5
LIST OF FIGURES .....	7
Abstract.....	8
1. 서론.....	10
1.1 연구 배경 .....	10
1.1.1 조선산업의 현황 .....	10
1.1.2 디지털 메뉴 팩처링 .....	11
1.1.3 시뮬레이션 기반 선박건조 .....	13
1.2 관련 연구 .....	13
1.3 연구 목적 .....	15
2. 조선소 공정 분석.....	16
2.1 적치 및 전처리 공정 .....	16
2.2 절단 공정 .....	17
2.3 곡가공 공정.....	18
2.4 조립 공정 .....	18
3. 조선소 생산계획 정보분석.....	19
3.1 조선소 생산계획 정보구조.....	19
3.2 A조선소 정보분석 .....	23
3.2.1 WOP(Work Package).....	25
3.2.2 WOD(Work Order).....	26
3.2.3 설비정보.....	27
3.2.4 제품정보.....	30

3.3	B조선소 정보분석.....	32
3.3.1	일정정보.....	32
3.4	C조선소 정보분석.....	33
3.4.1	일정정보.....	33
4.	조선소 생산계획정보 통합구조 설계.....	36
4.1	통합구조 생산계획의 목적과 방향.....	36
4.2	통합구조 설계사례.....	36
4.3	통합구조 설계.....	37
4.4	구현.....	42
5.	통합 인터페이스 구축.....	43
5.1	ooCBD 방법론.....	43
5.2	요구사항.....	44
5.3	비즈니스 컴포넌트.....	53
5.4	구현.....	55
5.5	프로그램 시나리오.....	56
6.	시뮬레이션 모델링.....	57
6.1	데이터 모델링.....	57
6.1.1	데이터 모델링의 목적.....	57
6.1.2	데이터 모델링 방안.....	58
6.2	공정 모델링.....	62
6.2.1	공정 별 규칙 및 요구사항 분석.....	62
6.2.2	공정 레이아웃 구현.....	67
6.2.3	리소스 배치(1).....	70
6.2.4	공정 별 로직 구현.....	71
6.3	시뮬레이션 결과.....	72
7.	결론.....	75
	참고문헌.....	76

## List of Tables

Table 1 World Shipbuilding Market Trend.....	10
Table 2 Structure Analysis of WBS Code.....	19
Table 3 Type of Production Code of WBS Code.....	20
Table 4 Typical Types of WBS Code.....	21
Table 5 Midterm Scheduling Data of Shipbuilding Company A.....	22
Table 6 Midterm Scheduling Data of Shipbuilding Company A.....	23
Table 7 Midterm Scheduling Data of Shipbuilding Company A.....	24
Table 8 WOP(Work Package) .....	25
Table 9 Crean capacity.....	27
Table 10 Resource List.....	28
Table 11 Cutting Information.....	30
Table 12 Sample of Block Structure.....	30
Table 13 WOD data of shipbuilding company B.....	31
Table 14 Activity Code Definition of Shipbuilding Company B.....	32
Table 15 WOD Data of Shipbuilding Company C.....	33

Table 16 Definition of Routing.....	33
Table 17 Top-level Element Explanation.....	37
Table 18 Process Element.....	39
Table 19 Requirements Analysis.....	43
Table 20 Part Information.....	57
Table 21 WOD Data.....	58
Table 22 Plate Information for Simulation.....	58
Table 23 Block Information.....	58
Table 24 Block Information for Simulation.....	59
Table 25 Piece Information for Simulation.....	59
Table 26 Simulation Modeling Requirements Analysis.....	60
Table 27 Bay Coordinate Information.....	66
Table 28 Residence Time.....	71

## List of Figures

Figure 1 Production Process.....	11
Figure 2 Simulation model building procedure diagram(우종훈 2005) .....	13
Figure 3 Shipyard Process.....	15
Figure 4 Cutting Line.....	16
Figure 5 Press.....	17
Figure 6 The Structure of Shipyard Manufacturing Schedule.....	18
Figure 7WBS Map Example with Block Diagram.....	26
Figure 8 PPR Structure.....	36
Figure 9 Top-level Structure of XML.....	37
Figure 10 Process Information Structure.....	38
Figure 11 Database Logical Structure.....	41
Figure 12 Use Case Diagram.....	43
Figure 13 CreateDB use cases sequence diagram.....	45
Figure 14 QUEST use cases sequence diagram.....	46
Figure 15 Mapping use cases sequence diagram.....	47

Figure 16 Select DataSource use cases sequence diagram.....	49
Figure 17 CreateBCL use cases sequence diagram.....	50
Figure 18 Business Component.....	52
Figure 19Simulation Modeling Use Case Diagram.....	61
Figure 20 Process Class.....	61
Figure 21 Product Class.....	62
Figure 22 Cutting Process.....	63
Figure 23 Assembly Process.....	64
Figure 24 Shipyard Information.....	65
Figure 25 Virtual Shipyard Plant Layout.....	66
Figure 26 Shipyard Resource Layout.....	67
Figure 27 Virtual Shipyard Resource Layout.....	68
Figure 28 Sample Logic.....	69
Figure 29 Simulation Result.....	70
Figure 30 Simulation Result.....	70
Figure 31 Simulation Result.....	71

# Research for multi-simulation environment construction based on neutral file

Yoon, Kyung Won

Division of Naval Architecture and Ocean Systems Engineering

Graduate School of Korea Maritime University

오늘날 한국의 조선 산업은 후발주자인 중국과 엔저를 무기로 삼은 일본 사이에서 경쟁력을 확보하기 위해 노력하고 있다. 지금까지 우리나라의 조선 산업은 선주의 요구 사항을 즉시 반영하는 유연성을 바탕으로 경쟁력을 확보해왔으나 생산성에 있어서는 사람의 경험에 의존하는 계획 수립으로 인하여 비슷한 호선에 대해서는 높은 적중률을 보이나 새로운 호선에 대한 계획은 실제 현장과 많은 차이를 보이며 공수를 낭비하고 있다. 본 연구에서는 계획과 제품정보를 개발된 시스템을 이용 3개조선소의 데이터를 시뮬레이션용 입력데이터로 변환하고 이를 활용하여 조선소의 현재 생산계획 검증에 할 수 있는 시뮬레이션을 수행하고 생산계획 수정에 따른 불필요한 공수를 줄여 생산성의 향상을 기대할 수 있으며 조선소 데이터의 통합적 관리와 시뮬레이션 모델에 대한 의존도를 낮춤으로써 시뮬레이션이 일회성에 그치지 않도록 했다.

# 1. 서론

## 1.1 연구 배경

### 1.1.1 조선산업의 현황

2000년대 이후 압도적인 수주량으로 세계 1위의 조선강국을 자부했던 한국의 조선산업이지만 현재의 조선산업은 경제성장정책의 일환으로 시행된 환율정책을 무기로 삼은 일본과 한층 성장한 중국 사이에서 샌드위치신세로 전락하는 중이다. 일본의 경우 원가 절감을 위해 설계의 표준화를 단행하여 건조되는 선박의 완성도를 높일 수 있었다. 하지만 설계인력의 감축으로 인해 해양플랜트나 신형선박에 대한 기술력이 점차 떨어지고 있는 실정이다. 그러나 2012년 대비 탱커, 컨테이너선, 벌크선 및 액화천연가스선의 발주가 증가한 반면, 해양플랜트 및 관련 지원선의 발주는 44.4%(산업통산자원부 보도자료)나 감소했고 엔저현상을 무기로 삼은 일본은 벌크, 탱커, 컨테이너선 등에 대한 집중적 수주로 점차 수주량을 늘리며 2014년 6월 47.7%의 점유율을 기록한 중국에 이어 일본은 49만 CGT로 2위에 올라서고 한국은 31만 CGT(16.6%)로 3위로 밀려났다. 한편 중국은 기술 진입장벽이 낮은 벌크선을 주력으로 삼아 2000년대 중반 벌크선의 호황으로 Table 1에서 보는 바와 같이 급격히 성장했고 최근 들어 중국은 일본으로부터 8만2천톤급 선박의 건조 기술을 수입하고 중국정부의 지원에 힘입어 고부가가치 선박 시장으로 진입함으로써 2010년 이후부터는 한국과 경쟁하는 선종이 많아 지고 있다. 현재까지 조선산업은 기술력의 우위를 점하고 있으나 점차 힘든 경쟁이 될 것은 자명하다. 이러한 상황을 타개하기 위해 한국의 조선산업이

나아가야 할 길은 명확하다. 고부가가치선에 대한 기술을 심화 시키고 산업 전반에 걸친 고도화를 통해 가격 경쟁력을 앞세운 중국을 따돌리는 것이다.

Table 1 World Shipbuilding Market Trend

구분	'09년			'10년			'11년			'12년			'13년		
발주량 (만C GT)	1,706			4,578			3,476			2,426			3,022		
수주국	한국	중국	일본	한국	중국	일본	한국	중국	일본	한국	중국	일본	한국	중국	일본
수주량 (만C GT)	431	855	204	1,272	2,108	617	1,428	1,158	446	794	757	446	1,086	1,168	426
점유율(%)	25.3	50.1	11.9	27.8	46.1	13.5	41.1	33.3	12.8	32.7	31.2	19.1	36	38.7	14.1
수주금액 (억불)	139.7	164.4	36.7	333.1	397.9	110.3	480.5	242.4	90.1	305.3	183.3	71.9	303.6	209.5	63.3

### 1.1.2 디지털 메뉴 팩처링

최근 제조업은 생산기술의 발달, 설비자동화, 정보기술(IT)의 발전에 따라 많은 변화를 맞이하고 있다. 그리고 제품의 설계, 생산, 운영/제어 과정에서의 신속화, 원격화 등을 실현하기 위한 방법으로서 디지털 생산 시스템 방식이 일반화되었다. 언제 어디서나 신속하게 공정 및 설비를 제어할 수 있고 현장 상황에 따라 신속하게 대응할 수 있는 방안을 제시하고 있다. 이 분야의 발전으로 디지털 생산

(Digital Manufacturing) 분야가 확대되고 있으며 기존의 시뮬레이션 기술 외에도 PDM, ERP 등 타 시스템과의 인터페이스구축, 최적화 기술, 동기화 기술, 분산 기술 등에 대한 기초연구 및 개발이 이루어지고 있다.

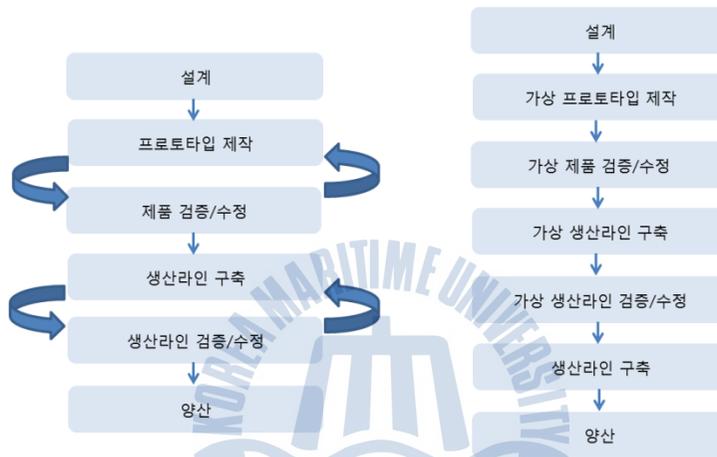


Figure 1 Production Process

디지털 메뉴 팩처링이란 제조업의 전 과정에 포함된 설계, 생산, 엔지니어링 정보와 노하우 등 생산시스템의 물리적 논리적 구성요소와 거동을 엄밀하게 모델링 하여 통합된 디지털 모델을 구성하고 가상현실 등을 활용하여 생산의 전 과정에 걸쳐 관련된 여러 부분에서의 의사결정과 제어를 수행하는 기술을 말한다. 실제 생산공정을 디지털 목업으로 구현하고 시뮬레이션을 수행함으로써 실제 작업중 발생할 수 있는 현상을 미리 예측할 수 있다. 또 한 다른 개념으로 작업자의 행동양식을 모방한 시뮬레이션을 수행하여 작업의 자세 등이 사람에게 미치는 영향에 대해서도 평가를 수행함으로써 안전상의 문제 또한 예측 가능하다. 따라서 실제 생산에 적용하는

단계에서 발생할 수 있는 문제점을 미리 예측 생산일정계획 등을 수정하는 공수의 낭비를 줄일 수 있으며 생산환경을 변화 또는 설비의 변화를 가상의 공장에 미리 적용하여 실제 제조업에 적용함에 있어 필연적으로 발생하는 재계획과 수정에 따른 공수의 낭비를 절감할 수 있는 기술이다. Figure 1은 일반적인 제조 공정과 디지털 메뉴 팩처링을 접목한 제조공정의 차이점을 나타내고 있다.

### 1.1.3 시뮬레이션 기반 선박 건조

조선산업은 기본적으로 노동집약적인 산업으로 대규모자본을 바탕으로 조선소를 건설하고 수많은 인력을 투입하여 얼마나 빨리 좋은 품질의 선박을 생산하느냐가 핵심 경쟁력이라 할 수 있다. 모든 제조업 분야에서도 마찬가지 이겠지만 조선소에서 또한 이런 경쟁력 강화를 위해 노력하고 있다. 그 노력의 일환으로 디지털 메뉴 팩처링을 활용하여 시뮬레이션 기반의 선박생산 기술을 다양한 조선소들이 시도하고 있다. 실질적으로 선박의 건조에서는 시제품의 제작이 불가능하기 때문에 시리즈 호선의 경우 설계를 공유하는 부분이 있어 첫 호선을 시제품이라고 볼 수도 있지만 기본적으로 선박의 건조는 단품 주문생산 방식이기 때문에 시제품에 큰 의미를 부여할 수 없다. 이런 문제를 해결하고자 선박 건조의 전 과정을 가상의 공간에서 구현 시뮬레이션을 수행함으로써 선박의 건조와 관련된 전 과정을 검증하고 최적화에 기여할 수 있는 것이 시뮬레이션 기반의 선박 건조이다.

## 1.2 관련 연구

시뮬레이션을 선박 건조 공정에 적용하기 위한 연구는 단일 공장이나 공정에 대한 시뮬레이션 수행부터 시작 되었으며 이후 조선소 전체 공정을 모델링하고 프레임워크 적용하는 범위를 벗어나 실질적인 조선소 규칙들을 조사하고 조선소 공정의 특이점 등을 반영하

는 시뮬레이션 모델에 대한 연구와 그에 따른 구현 절차를 방법론으로 구축하는 등의 연구가 진행되었으며 현재는 시뮬레이션의 적용과 그 결과를 활용하는 연구로 발전하고 있다. 일반 제조업의 경우 시뮬레이션 기반의 생산에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으나 조선분야는 산업의 특수성으로 인하여 산업의 성숙도에 비해 많이 부족한 것이 현실이다. 조선소 전 공정에 걸쳐 시뮬레이션 수행을 위한 분석을 수행하고 규칙의 정립과 프레임워크를 제안 후 시뮬레이션 모델링, 데이터 모델링 과 시뮬레이션을 수행하고 방법론의 제안을 수행한 연구는(우중훈 2005) 조선소 전 공정에 대한 자세한 분석과 시뮬레이션 모델 구축에 관한방법론과 검증절차를 제안 함으로써 조선소 시뮬레이션의 실효성을 입증했으며 아래 Figure 2과 같은 프레임워크를 제안 하였다. 하지만 해당 연구에서 보여 주었던 시뮬레이션 사례들은 실제 공장의 실무자가 사용 하는데 있어 어려움이 있을 것으로 생각된다.

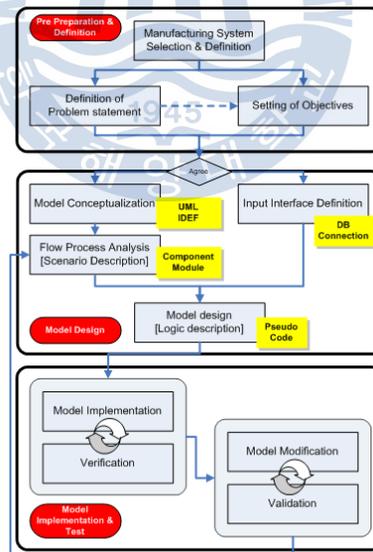


Figure 2 Simulation model building procedure diagram(우중훈 2005)

선박생산 데이터의 통합적인 관리를 위한 데이터 구조를 구현하고 생산정보의 품질을 평가한 연구는(이종학 2014)의 연구는 기간조선소의 생산정보를 분석하고 WBS기반으로 재정의 하고 중립구조의 데이터로 변환함으로써 통합적인 데이터 관리가 가능하도록 하였으며 기존 생산정보의 품질을 측정하는 기준을 제안하고 품질을 측정함으로써 시뮬레이션 수행에 기본 데이터가 되는 기간데이터의 신뢰성을 검증하였다. 해당 연구는 사례가 전무했던 조선소 데이터 품질관리에 대하여 품질평가 방법론을 제시했다고 할 수 있다. 하지만 구현된 중립구조가 시뮬레이션을 수행할 수 있는 데이터로의 가공이 이루어지지 않았으며 데이터간의 상호작용에 대한 정의가 없다. 이에 따른 추가적인 연구의 필요성이 요구되고 있다.

### 1.3 연구 목적

본 연구의 목적은 선행연구의 결과물인 중립구조를 활용하여 여러 조선소가 공통적으로 사용할 수 있는 데이터베이스의 구조를 제안하고 시뮬레이션 기반의 생산을 수행할 수 있도록 2005 우종훈의 연구를 활용하여 시뮬레이션 모델을 구현하고자 한다. 이어서, 본 논문에서는 앞서 언급한 중립구조를 활용하여 시뮬레이션을 수행할 수 있는 시스템을 구현하여 중립구조와 시뮬레이션 모델링 방법론의 실용성을 확인하고자 한다. 또한 시스템을 구현함에 있어 ooCBD방법론을 활용하여 구현된 시스템의 재활용성을 높이며, 시뮬레이션 결과를 통해 조선소 일정계획을 검증하고자 한다.

## 2. 조선소 공정 분석

### 2.1 적치 및 전처리 공정

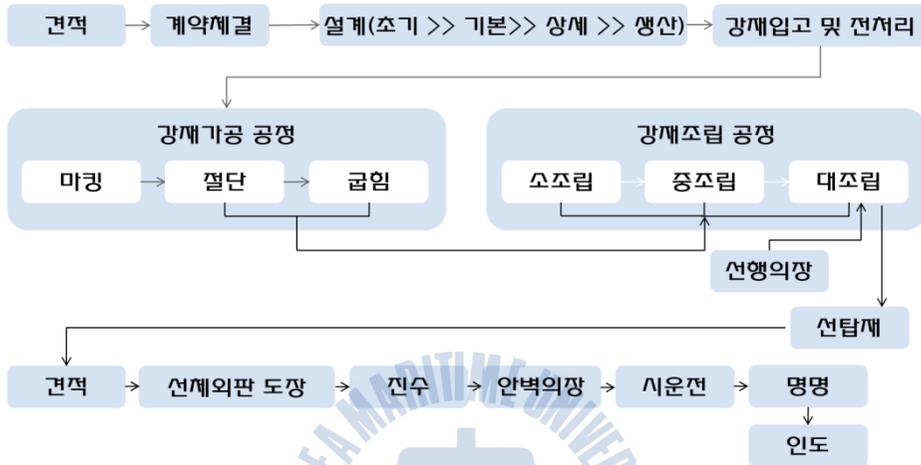


Figure 3 Shipyard Process

다음 Figure 3은 조선소의 전체 공정을 보여준다. 강제적치장은 강판과 형강을 보관하는 곳으로 조선소 공정 중 첫번째 공정이다. 보통 제품의 품질에 손상을 최소화하기 위해 자석식 크레인을 사용한다. 적치장에 적치되는 강재들은 호선 별, 크기 및 두께 별로 구분하여 보관하고 보관장소는 배수가 잘되는 평지가 선정된다. 적치장은 평균적으로 3개월 분의 강판과 형판을 보관 한다. 하지만 적치되는 강재들이 강제 처리순서를 따리지 않는 경우가 빈번하게 발생하여 높은 재고유지 비용을 초래한다. 적치장으로부터 투입된 강재는 전처리 공장에서 예열, 표면처리, 하도, 건조 등의 공정을 연속적으로 거치며, 녹을 제거하고 초벌 도장을 거친다. 도장 이후 마킹 작업을 통해 고유의 호선 및 계열 정보를 마킹한다. 강재에 식별 번호

가 붙게 되면 전산시스템에 입력되며 통합관리 된다.

## 2.2 절단 공정

전처리가 완료된 강재들은 투입 순서에 따라 절단 공정으로 투입 된다. 절단 공정은 강재로부터 1차 부품을 가공하는 공정이며 조선소의 공정 중 가장 자동화가 많이 이루어져 있는 공정이다. 별도의 고정 레일이 없이도 곧게 철판을 절단 할 수 있으며 플라즈마의 경우 40톤 이하의 철판을 절단 하게 된다. 40톤 이상의 경우 CNG절단머신을 사용한다. 투입되는 강재들은 절단 장비의 특성에 맞추어 배치되며 1차 절단이 이루어 지면 분류 작업을 거쳐 각 부재별로 해당하는 공정으로 이송된다. 단 곡가공이 필요한 부재들의 경우 곡가공을 거친 후 다시 분류되어 이송되게 된다. 아래 Figure 4은 절단장의 전경이다.



Figure 4 Cutting Line

## 2.3 곡가공 공정

곡가공장 또는 성형공정으로 불리며 절단장에서 곡가공이 요구되는 부재들이 분류되어 이송되는 곳이다. 이송된 강판과 형강은 냉간가공이나 열가공을 통해 외판과 내부재의 곡형을 만드는 공정으로써 자동화 장비와 수작업을 통해 완성되는 복잡한 공정이다. 부재들을 가공 하는데 사용 하는 장비로는 롤 밴딩, 프레스 밴딩, 열 가공 장비들이 있으며 해당 장비들의 특성에 따라 부재나 강판이 배정된다. 아래 Figure 5은 그 중 프레스공정이다.



Figure 5 Press

## 2.4 조립 공정

블록의 조립은 대조립, 중조립, 소조립으로 분류되며 대개 소조립 블록의 경우 대개 작은 평판에 서너개의 보강재를 조립한 형태이다. 각 중,대 조립블록의 조립시각에 맞추어 소조립들을 묶음으로 공급하기 때문에 치밀한 일정의 관리가 요구된다. 중조립은 대조립에 필

요한 중형 조립품을 전문적으로 제작하는 공정으로, 양명 작업이 요구되는 구조이며 일부는 특이한 형상을 갖는다. 따라서 소조립과 마찬가지로 동기화된 라인체계로 조립된다. 특이 형상의 경우 전문조립장에서 따로 조립된다. 곡블록과 평블록으로 나뉘어지며 각각 전문화된 공장에서 조립된다. 평블록 공장의 경우 곡블록의 생산을 수행할 수 없으나 곡블록 공장의 경우 물량의 여유가 있을 시 평블록의 조립을 담당하는 경우도 있다. 이는 대조립장에서 마찬가지로 적용되며 대조립장의 경우 중조립장과의 구분을 크레인의 인양 능력과 공장의 면적으로 구분 할 수 있다. 조립라인의 흐름은 배재, 취부, 용접, 사상 순으로 진행된다.

### 3. 조선소 생산계획 정보분석

#### 3.1 조선소 생산계획 정보구조

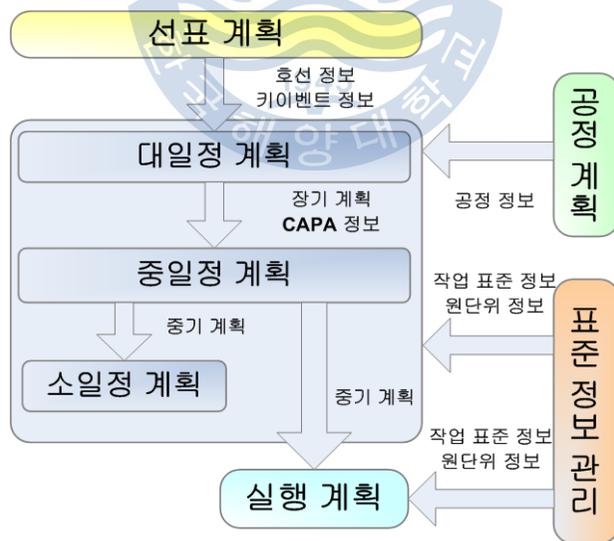


Figure 6 The Structure of Shipyard Manufacturing Schedule (이종무, 2007)

일반적인 조선소의 생산계획 수립 순서는 다음과 Figure 6과 같다. 생산관리시스템의 일정 정보는 선표를 기초로 하여 계획되며 선행 중일정, WOP(Work Package), WOD(Work Order) 순으로 계획된다. 선표의 경우 전체 건조 일정과 키 이벤트인 스틸 커팅이나 기공 진수식 등의 일정을 대표적으로 나타내며 이것을 기초로 선행중일정이 계획된다.

Table 2 Structure Analysis of WBS Code

Code Division	WORK PACKAGE(WOP)												
	WORK ORDER(WOD)												
Digit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Production code	부문분류 (Sector)	공사종류 (Work kind)	작업형태 (Work type)		Zone or Block Number			System		Work Stage	단위공사 (Work unit)		

선행중일정 단계에서는 블록의 가공, 조립, 의장, 도장과 같은 전체 상부 공정에 대한 계획이 이루어진다. 다음으로 상부 공정 계획을 바탕으로 하여 실행 계획이 수립된다. 실행 계획은 상위 실행 계획인 WOP와 하위 실행 계획인 WOD 두 가지관리 부서간 생산에 필요한 모든 정보를 WOP코드에 연계하여 관리하며 설계, 자재, 생산, 품질의 공정 및 비용을 계획하고 실적을 집계 및 분석한다. WOP가 대, 중, 소조립 단계까지 나타나 있는 실행계획이고, WOD는 그보다 하위 정보로 각 공정을 세분화 하여 나타내는 공정 별 일일 작업 지시가 가능한 수준의 실행계획이다. 소조립을 예로 들자면 WOP에서는 A라는 블록의 소조립이 언제까지 이루어지는지를 나타내고 WOD는 조립 과

정 중의 배제나 용접 등의 공정 일정을 나타낸다.

Table 3 Type of Production Code of WBS Code

생산 코드	종류
부문 분류 (Sector)	선각공사(Structure), 의장공사(Outfitting)
공사 종류 (Work kind)	가공(Fabrication), 조립(Assembly), 탑재(Erection), 도장(Painting) 등 공사 종류(Work kind)
작업 형태 (Work type)	공사 종류 (Work kind)의 세부 공정 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가공(Fabrication) - 절단(Cutting), 곡가공(Forming) 등</li> <li>• 조립(Assembly) - 블록 조립(Block assembly), 선행의장(Pre-outfitting)</li> <li>• 탑재(Erection) - 선행탑재(Pre-erection), 탑재(Erection)</li> </ul>
Zone	Division of the ship hull compartments
Block	Block number of the ship hull (Lower level of the compartments)
System	생산작업 및 설계도면 작성을 위한 작업형태(Work type)을 세분화 한 부문별 장치단위 체계 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 블록 조립(Block assembly) - Panel 중조 (Panel assembly), 곡중조 (Curved shell assembly), 중조립 (Unit assembly) 등</li> <li>• 선행 의장(Pre-outfitting) -배관(Piping), 철의장(Steel outfitting), 전장(Electric outfitting) 등</li> </ul>
Work Stage	Workshop number where each work is assigned
단위 공사 (Work unit)	System을 구성하는 최소의 작업 단위 코드 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 중조립(Unit assembly) - 자동용접(Auto welding), 판별심출(Panel arrangement), 판별취부(Panel fixing), 판별용접(Panel welding), 중조심출(Unit assembly arrangement), 중조취부(Unit assembly fixing), 중조용접(Unit assembly welding) 등</li> <li>• 철의장(Steel outfitting) - Hull steel outfitting(C, P, S), Machinery steel outfitting(C, P, S) 등</li> </ul>

WOD 또한 WBS코드에 따라 정의되며 이때 WOP는 WBS 코드에 맞추어 구성 공정 별 작업 묶음 단위로 지정된다. 조선소의 생산계획에서 널리 사용되는 WBS Code는 일종의 Work Breakdown Structure로써, 산출물에 기초하여 프로젝트 전체 범위를 조직하고 정의한 분할된 프로젝트 컴포넌트의 계층구조라 볼 수 있다. 현재 조선소에서는 이와 같은 WBS Code를 사용하여 일정 계획 및 자원 추정에 활용하고 있으며 본 연구에서도 표준화 된 일정계획 자료를 구축하는데 조선소의 WBS Code를 기반으로 하였다. 일반적으로 조선 생산계획에서의 WBS Code는 총 13자리의 영문/숫자 혼합으로 구성되어 있으며, 이

13자리의 Code를 이용하여 중일정 수준의 각 작업에 대한 정보를 얻을 수 있다.

Table 4 Typical Types of WBS Code

Type	WBS Code	Name	Code Description							
Type 1	N206SABA0R0120104	Key	N206	S	A	BA	OR01	20	1	04
			Ship	Hull	Assembly	Block Assembly	Block	Grand Assembly	Stage 1	Fitting
Type 2	SABA0R0120104	WOP-WOD	S	A	BA	OR01	20	1	04	
			Hull	Assembly	Block Assembly	Block	Grand Assembly	Stage 1	Fitting	

WBS Code는 앞자리부터 11자리까지는 WOP (Work Package) 수준을 나타내며, 2자리를 추가한 13자리까지는 WOD (Work Order) 수준으로 구분되어 있다. 이를 기반으로 일정정보를 기준으로 블록정보, 설비정보간의 상호 호환할 수 있는 표준화를 마련하였다. WBS Code의 구분 및 작업과의 상관관계는 다음 Table 2와 같이 정리될 수 있다. Table 3를 통하여 WBS code 구조 분석에서 구분한 각각의 생산 코드에 대한 세부 정보를 확인할 수 있고, 실제로 상용되는 WBS code는 다음 Table 4과 같이 크게 2가지로 분류되어 설명될 수 있다. Table 4의 Type 1은 WBS code에 근거한 조선소에서의 각 호선부터 단위 공사까지 정의한 구조로 볼 수 있다. Type 2는 Type 1을 간소화하여 부문 분류부터 단위공사까지 정의한 구조로 정형화된 WBS code의 규칙을 따른 형태라 할 수 있다.

### 3.2 A조선소 정보분석

중일정 단계의 일정은 선표 등에서 정해진 대일정 계획을 바탕으로 중기적인 계획을 세우는 단계라 할 수 있다. A조선에서의 중일정 단계는 각 블록 별로 공정을 할당하고 공정 별 일정을 계획하는 수준까지의 일정계획이라 할 수 있다. 이하 실행계획은 중일정 계획을 바탕으로 수립된다. 아래는 Table 5, Table 6, Table 7은 A조선소의 중일정 계획을 보여 주고 있다. A조선의 중일정 계획은 블록 별 공정 가공, 조립, 선형의장, 블록도장, 단위블록 선탑일, S-PE, G-PE, 탑재 착수 등의 공정 별 작업 묶음 단위로 일정을 계획되고 이러한 중일정 계획을 바탕으로 실행 계획인 WOP와 WOD가 계획된다.

Table 5 Midterm Scheduling Data of Shipbuilding Company A

호선	탑재블록	G-PE블록	S-PE블록	단위블록	제작처	가공착수	가공완료
NBP0050	S03P	S03P	603P	2603	SUBIC	2011-03-07	2011-04-25
NBP0050	S03P	S03P	603P	2604	SUBIC	2011-03-10	2011-04-25
NBP0050	S03P	S03P	653P	2653	SUBIC	2011-02-28	2011-04-13
NBP0050	S03P	S03P	653P	2654	SUBIC	2011-03-02	2011-04-16
NBP0050	S05P	S05P	605P	2605	SUBIC	2011-03-14	2011-04-28
NBP0050	S05P	S05P	605P	2606	SUBIC	2011-03-17	2011-05-02
NBP0050	S05P	S05P	655P	2655	SUBIC	2011-03-07	2011-04-20
NBP0050	S05P	S05P	655P	2656	SUBIC	2011-03-09	2011-04-25
NBP0050	S07P	S07P	607P	2607	SUBIC	2011-03-24	2011-05-09
NBP0050	S07P	S07P	607P	2608	SUBIC	2011-03-28	2011-05-11

NBP0050	S07P	S07P	657P	2657	SUBIC	2011-03-16	2011-04-30
NBP0050	S07P	S07P	657P	2658	SUBIC	2011-03-19	2011-05-03

Table 6 Midterm Scheduling Data of Shipbuilding Company A

조립착수	조립완료	선행의장착수	선행의장완료	블록도장착수	블록도장완료	단위블록선타일
2011-04-26	2011-06-06	2011-05-17	2011-06-10	2011-07-11	2011-08-01	2011-06-20
2011-04-29	2011-06-09	2011-05-20	2011-06-13	2011-07-11	2011-08-01	2011-06-21
2011-04-18	2011-06-02	2011-05-11	2011-06-07	2011-07-08	2011-07-29	2011-06-17
2011-04-25	2011-06-06	2011-05-14	2011-06-10	2011-07-08	2011-07-29	2011-06-18
2011-05-03	2011-06-13	2011-05-24	2011-06-17	2011-07-21	2011-08-09	2011-06-27
2011-05-06	2011-06-16	2011-05-27	2011-06-21	2011-07-21	2011-08-09	2011-06-28
2011-04-25	2011-06-09	2011-05-18	2011-06-14	2011-07-18	2011-08-08	2011-06-24
2011-04-28	2011-06-13	2011-05-21	2011-06-17	2011-07-18	2011-08-08	2011-06-25
2011-05-13	2011-06-23	2011-06-03	2011-06-27	2011-08-01	2011-08-22	2011-07-07
2011-05-16	2011-06-25	2011-06-06	2011-06-30	2011-08-01	2011-08-22	2011-07-08
2011-05-05	2011-06-21	2011-05-28	2011-06-24	2011-07-27	2011-08-16	2011-07-04
2011-05-09	2011-06-23	2011-05-31	2011-06-27	2011-07-27	2011-08-16	2011-07-05
2011-07-15	2011-08-25	2011-08-05	2011-09-01	2011-09-29	2011-10-18	2011-09-08
2011-07-18	2011-08-26	2011-08-08	2011-09-01	2011-09-29	2011-10-18	2011-09-09
2011-07-07	2011-08-22	2011-08-01	2011-08-26	2011-09-26	2011-10-17	2011-09-05

Table 7 Midterm Scheduling Data of Shipbuilding Company A

S-PE착수	S-PE완료	G-PE착수	G-PE완료	탑재착수	탑재완료
2011-06-18	2011-07-05	2011-07-01	2011-09-01	2011-08-18	2011-08-18
2011-06-18	2011-07-05	2011-07-01	2011-09-01	2011-08-18	2011-08-18
2011-06-17	2011-07-01	2011-07-01	2011-09-01	2011-08-18	2011-08-18
2011-06-17	2011-07-01	2011-07-01	2011-09-01	2011-08-18	2011-08-18
2011-06-27	2011-07-14	2011-07-11	2011-09-05	2011-08-23	2011-08-23
2011-06-27	2011-07-14	2011-07-11	2011-09-05	2011-08-23	2011-08-23
2011-06-24	2011-07-11	2011-07-11	2011-09-05	2011-08-23	2011-08-23
2011-06-24	2011-07-11	2011-07-11	2011-09-05	2011-08-23	2011-08-23
2011-07-07	2011-07-25	2011-07-21	2011-09-16	2011-09-05	2011-09-05
2011-07-07	2011-07-25	2011-07-21	2011-09-16	2011-09-05	2011-09-05
2011-07-04	2011-07-21	2011-07-21	2011-09-16	2011-09-05	2011-09-05
2011-07-04	2011-07-21	2011-07-21	2011-09-16	2011-09-05	2011-09-05
2011-09-08	2011-09-23	2011-09-20	2011-11-11	2011-10-27	2011-10-27
2011-09-08	2011-09-23	2011-09-20	2011-11-11	2011-10-27	2011-10-27
2011-09-05	2011-09-20	2011-09-20	2011-11-11	2011-10-27	2011-10-27
2011-09-05	2011-09-20	2011-09-20	2011-11-11	2011-10-27	2011-10-27
2011-09-10	2011-09-26	2011-09-24	2011-11-18	2011-11-05	2011-11-05
2011-09-10	2011-09-26	2011-09-24	2011-11-18	2011-11-05	2011-11-05
2011-09-08	2011-09-24	2011-09-24	2011-11-18	2011-11-05	2011-11-05

### 3.2.1 WOP(Work Package)

실행 계획은 상위 실행 계획인 WOP와 하위 실행 계획인 WOP로 분류 된다. 상위 실행 계획인 A조선의 WOP Table 8중 조립 공정을 예로 들었을 때 대조립과 중조립(대조립 SUB는 중조립을 나타냄) 수준의 일정을 나타낸다. 관리 부서간 생산에 필요한 모든 정보를 WOP 코드에 연계하여 관리하며 설계, 자재, 생산, 품질의 공정 및 비용을 계획하고 실적을 집계 및 분석한다. Table 8의 WOP 코드를 보면 앞서 분석한 WBS코드를 통하여 해당 코드의 선각 또는 의장인지 공사의 종류, 블록 번호, Stage번호까지 확인 할 수 있다.

Table 8 WOP(Work Package)

호선	WOP	WOP Description	주관부서 코드	주관부서 코드명	사내(H)사외(O)	제작	기간	착수일	완료일
NBP 0049	SABA0 H11101	Assembly-0H11-SUB	52013	Special Assembly Part	H	200	18	2011-07-19	2011-08-08
NBP 0049	SABA0 H11201	Assembly-0H11-MAJOR	52013	Special Assembly Part	H	200	81	2011-07-19	2011-10-24
NBP 0049	SABA0 H21101	Assembly-0H21-SUB	52013	Special Assembly Part	H	200	18	2011-07-19	2011-08-08
NBP 0049	SABA0 H21201	Assembly-0H21-MAJOR	52013	Special Assembly Part	H	200	75	2011-07-19	2011-10-17
NBP 0049	SABA0 H31101	Assembly-0H31-SUB	52013	Special Assembly Part	H	200	35	2011-05-31	2011-07-05
NBP 0049	SABA0 H31201	Assembly-0H31-MAJOR	52013	Special Assembly Part	H	200	87	2011-07-05	2011-10-17
NBP 0049	SABA0 H41101	Assembly-0H41-SUB	52013	Special Assembly Part	H	200	34	2011-05-26	2011-06-29
NBP 0049	SABA0 H41201	Assembly-0H41-MAJOR	52013	Special Assembly Part	H	200	80	2011-06-29	2011-10-03

### 3.2.2 WOD(Work Order)

WOD는 하위 실행계획 단계로 일일 작업 정보 까지를 확인 할 수 있다. 본 연구에서는 주로 WOD정보를 활용 하여 시뮬레이션에 필요한 정보를 획득한다. 이를 위해 WOD에 대한 분석을 실시 하였고 A조선의 WBS에 상세하게 기술 되어 있지 않은 부분을 아래 Figure 7 와 같은 WBS Map을 작성 하여 기존 WBS에서 확인 할 수 없던 부분을

확인 할 수 있도록 하였다. WOD 코드는 Table 3를 통해서 확인 할 수 있다.

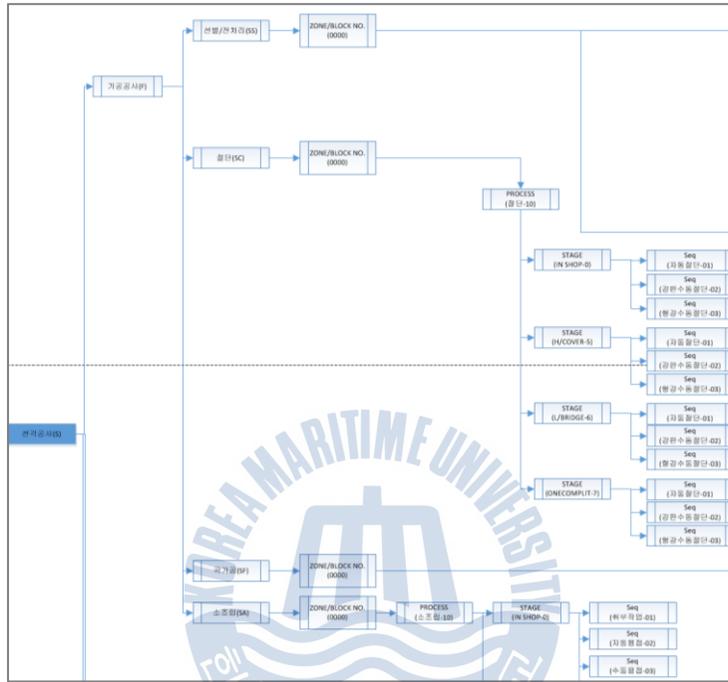


Figure 7WBS Map Example with Block Diagram

### 3.2.3 설비정보

공정에 종류를 달리 하며 리소스를 관리 하기 용의하도록 크기는 도크 별로 분류되며 작게는 Table 10에서 보는 바와 같이 장비마다 Code를 부여하여 관리 하게 된다. A사의 장비 코드의 경우 세 글자 중 두 글자는 장비의 명칭을 나타내며 3번째는 장비가 위치해 있는 Bay를 나타내는 방식으로 장비를 관리한다. 크레인의 경우를 봤을 때 각 공장 별 크레인의 배치에 따라 공장에서 처리 가능한 블록의 기준이 되기도 한다. 블록이 해당공정이 끝나고 다음 공장으로 이송될

시 다음 공장으로 갈수 있는 크레인들은 블록을 이송하는 대차의 역할 또한 수행한다.

Table 9 Crean capacity

조립장	EQUIP NO.	CRANE 사양	블록 조양중량(톤)
22BAY (대조립)	A	OHA-102	30/5 T x 16m H
		OHA-103	100(50/10+50) T x 52.4m S x 26/26/26m H
	B	OHA-105	60/10 T x 52.4m S x 26/26m H
		OHA-106	250((125+125)+250/5) T x 52.4m S x 25/25/25/25m H
23BAY (중/대조립)	A	OHA-201	100(50+50) T x 41.2m S x 21/21m H
		OHA-202	30/10 T x 40.0m S x 14.5/15.5m H
		OHA-205	100(50/10+50) T x 41.2m S x 21/22/21m H
	B	OHA-203	100(50/10+50) T x 41.2m S x 21/21m H
		OHA-204	30/10 T x 40.0m S x 14.5/15.5m H
24BAY (대조립)	A	OHA-206	60(60/10+30) T x 41.0m S x 19/20/19m H
		OHA-207	60(60/10+30) T x 41.0m S x 19/20/19m H
	B	OHA-208	60(60/10+30) T x 41.0m S x 19/20/19m H
		OHA-209	250((125+125)+(250/10)) T x 43.4m S x 26/26/26/27m H

대차와 같은 Transporter 들은 블록 운반 시 최적의 이동경로가 따로 지정 되는 것은 아니며 운전자의 경험에 의해서 다음 공정으로 옮겨질 이동 경로를 찾게 된다. 블록은 크게 곡 블록, 평 블록, 대 조립, 중 조립, 소 조립, 블록 등이 있으며 곡 블록과 평 블록의 처리 가능 공장을 구분 하는 조건은 Bay별로 보유 하고 있는 설비의 종류에 따라 결정 되고 처리 할 수 있는 블록의 크기는 각 Bay에 보유 중인 크레인의 조양 능력으로 결정 된다 크레인의 조양 능력은 Table

9에 기록되어 있다.

Table 10 Resource List

Type	Plant	Plant	Detail Type	Description	Quantity
Crane	Hull Shop A	11Bay A	Over Head Crane	OHH-101, OHH-102, OHH-103	3
Crane	Hull Shop A	11Bay B	Semi Gantry Crane	GCH-103, GCH-104, GCH-105	3
Machine	Hull Shop A	11Bay A	Plasma Cutting Machine	PLS-109,110,111,112	3
Machine	Hull Shop A	11Bay A	Stripping Machine	STM-101, 102	2
Machine	Hull Shop A	11Bay A	Edge Rounding Machine	ERM-101,102	2
Workcell	Hull Shop A	11Bay B	Assembly Stage	Sub Assembly	1
Crane	Hull Shop A	12Bay A	Over Head Crane	OHH-104, OHH-105, OHA-101	3
Crane	Hull Shop A	12Bay B	Semi Gantry Crane	GCH-113, GCH-106	3
Machine	Hull Shop A	12Bay A	Plasma Cutting Machine	PLS-107,108	2
Machine	Hull Shop A	12Bay A	Plasma Cutting Machine	PLM-101, PLM-102	2
Machine	Hull Shop A	12Bay A	Gas Cutting Machine	CGH-101	2
Workcell	Hull Shop A	12Bay B	Assembly Stage	Mid Assembly	1
Crane	Hull Shop A	13Bay A	Over Head Crane	OHH-106, OHH-107, OHH-103	3
Crane	Hull Shop A	13Bay B	Semi Gantry Crane	GCH-111, GCH-110, GCH-112, GCH-107, GCH-108, GCH-109	3
Machine	Hull Shop A	13Bay A	Bending Machine	CNC PLASMA CUTTING M/C	3
Machine	Hull Shop A	13Bay A	Stripping Machine	STM-101, 102	2
Workcell	Hull Shop A	13Bay B	Line Heating Stage		
Workcell	Hull Shop A	13Bay B	Assembly Stage	Sub Assembly	

각 Bay 에서의 진행 과정은 강재가 Bay로 들어 온후 Bay에서 현재 이용 가능 한 설비를 선택 해서 이루어 진다. 곡블럭을 처리 할 수 있는 Bay는 평 블록 Bay에 부하가 있을 시 평 블록을 제작 가능 하지만 평 블록 Bay에서는 곡 블록을 제작 할 수 없다. 처리가능 한 블록의 크기는 크레인의 사양, Bay 등에 의해서 결정되며 대조립 블록 조립장 에서는 소,중 조립 블록의 제작도 가능 하다.

### 3.2.4 제품정보

제품 정보는 최종 조립 블록, 블록의 스펙 정보, 각 블록의 부재, 부재의 위치 등을 담고 있다. 아래 보이는 Table 11은 A조선소의 강재 절단 정보로 최종 조립 블록, 도면 번호 부재 번호, 부재 등을 조립하여 만들어지는 이번 블록번호, 만들어진 블록을 이용해 다음 조립하게 될 블록까지 나열 되어 있으며 POSITION정보로 해당 블록이 선박에서 위치하게 될 곳을 대략적으로 나타내고 PROCESS칼럼에서 해당 블록의 곡블록 여부에 대한 정보를 나타낸다. 이 정보를 바탕으로 하여 해당 블록이나 부재가 거치는 PROCESS를 알 수 있고 PROCESS 정보는 해당 블록이 거쳐야 하는 Shop에 대해 일정한 수준의 정보를 알려 준다. 아래 Table 12는 해당 하는 블록을 조립 하기 위해 들어가는 다른 블록과 부재들을 나타내고 있다. 이 정보에서 각 블록의 중량을 확인 할 수 있으며 해당 블록이 거치는 공정을 추정 하는데 사용 할 수 있다. 리소스 데이터 에서 블록의 무게로 크레인을 찾아 해당하는 블록이 가공 가능 한 Shop을 찾을 수 있다. 여기서 총 중량이 위의 블록 무게를 다 합한 것과 다른데 그 이유는 공통부재의 무게에 의한 차이이다.

Table 11 Cutting Information

BLOCK_NO	DRAWING_NO	PIECE_NO	ASSY_T HIS	ASSY_N EXT	PIECE_KI ND	PIECE_POSI TION	PROCE SS
OH11	AN-01	B40	T1A	80HTA	Panel	Port	Plat
OH11	AN-01	B40	T1T	80HTT	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-01	B40	T7A	80HTA	Panel	Port	Plat
OH11	AN-01	B40	T7T	80HTT	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	B2	A8A	T1A	Panel	Port	Plat
OH11	AN-03	B1	A8A	T1A	Panel	Port	Plat
OH11	AN-03	B1	A8T	T1T	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	B12	L1A	80HTA	Panel	Centered	Plat
OH11	AN-03	B2	A8T	T1T	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	P34	T1T	80HTT	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	P33	T7A	80HTA	Panel	Port	Plat
OH11	AN-03	P33	T7T	80HTT	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	P34	T7T	80HTT	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	P34	T7A	80HTA	Panel	Port	Plat
OH11	AN-03	P33	T1T	80HTT	Panel	Starboard	Plat
OH11	AN-03	P33	T1A	80HTA	Panel	Port	Plat

Table 12 Sample of Block Structure

블록	후행	조립	조립/부재	수량	중량(Ton)	면적(M2)	Size	CogX	CogY	CogZ
2206	2206	2206	*80CD	1	16.681	187.955		17.947	13.84	17.465
			*70SHP	1	29.951	255.605		16.953	14.005	14.41
			*60DK	1	18.336	197.542		17.469	11.348	18.549
			*20GD7A	1	9.921	116.2		17.127	6.095	15.069
			*DT1	1	0.192	2.441		18.614	9.02	18.217
			*DT2	1	2.94	37.746		17.343	5.429	16.62
			*FR18A	1	0.286	3.085		14.397	8.159	18.188
			*FR18F	1	0.051	0.547		14.395	4.804	18.192
			*FR22A	1	0.324	3.265		17.597	7.961	18.206
			*FR24A	1	0.123	1.324		19.195	5.211	18.198
			*FR25F	1	0.054	0.57		20.018	5.574	18.327
			*XBLKSA	1	0.07	0.495		14.39	16.698	17.178
			*XBLKSB	1	0.07	0.496		19.991	18.509	17.185
			*GD12B	1	0.132	1.355		11.995	10.307	18.139
			*FR25A	1	0.352	3.564		19.997	8.148	18.155
			*FR22F	1	0.107	1.159		17.595	5.231	18.187
			*FR18G	1	0.125	1.33		14.403	13.165	16.481
			*001	1	0.158	1.147		0	0	0

조립순서의 기준은 하위 블록들의 마지막 알파벳의 ABC순으로 구분할 수 있다.(Port와 Starboard 구분) Starboard 쪽 블록의 경우 알파벳 A 가 아니라 T 부터 TUV순으로 조립 순서를 알 수 있다. 같은 문자는 조립 순서를 고려하지 않는다

### 3.3 B조선소 정보분석

#### 3.3.1 일정정보

B조선의 일정 정보의 경우 Work Type 수준의 데이터를 보유 하고 있다. 먼저 이 데이터를 분석 하기 위해 칼럼의 정의가 파악 하였다. 앞서 정의한 Table 2에서 공사의 종류까지 나타나 있으며 이정보는 Table 13에서 액티비티 코드와 같다고 할 수 있다. Location, Flag Code, Process Code, ProcessER No 합쳐 액티비티 코드를 구성 함으로 Table 13에서 해당 부분은 삭제 하였으며 이를 Table 14에 설명 해 놓았다. 여기서 위치 부분은 블록 넘버와 동일하다.

Table 13 WOD data of shipbuilding company B

호선	액티비티코드	위치코드	공정	SECTCODE	시작일	종료일	기간
2265	S221A000	221	3+F	####	08/01/16	08/02/25	26
2266	S221A000	221	3+F	####	08/01/17	08/02/26	26
2257	S222A000	222	3+F	####	07/11/08	07/12/12	25
2259	S222A000	222	3+F	####	08/03/12	08/04/22	29
2263	S222A000	222	3+F	####	07/12/07	08/01/16	25
2264	S222A000	222	3+F	####	07/10/25	07/12/03	28
2265	S222A000	222	3+F	####	08/01/09	08/02/20	28
2266	S222A000	222	3+F	####	08/01/23	08/03/05	28
2267	S222A000	222	3+F	####	08/11/11	08/12/19	29
2268	S222A000	222	3+F	####	08/09/04	08/10/17	29
2269	S222A000	222	3+F	####	09/03/02	09/04/09	29
2270	S222A000	222	3+F	####	08/04/07	08/05/15	25

Project No는 호선 넘버를 나타내는 Hull Number, Shop Code 는 어느 Shop에 속해 있는 지는 나타내며 코드 중 ###은 아직 외주업체 또는 내부 Shop이 정해져 있지 않은 것을 나타낸다. Plan Start Data, Plan Finish Data, Plan Duration 은 각각 Start Data, Finish Data, Duration과 동일 하기 때문에 따로 정의가 필요치 않다. 공정의 경우 해당 하는 공정의 이름을 나타낸 것이고 +로 표기된 부분은 다른 두 개의 공정을 거친다는 의미이다.

Table 14 Activity Code Definition of Shipbuilding Company B

Process Description	Stagecode	Flagccode	Processcode	Processserno
조립	S	S	A	000
선행의장-선장	A	W	G	A00
선행의장-기장	B	W	G	B00
선행의장-t의장	T	W	G	T00
선행도장-발판설치	B	Z	Z	bio
선행도장-blasting	B	P	B	P00
선행도장-도장	B	P	B	C00
선행도장-건조	B	P	B	D00
선행도장-발판해체	B	Z	Z	Br0
선행도장-보수도장	B	P	B	P01
선행도장-t의장	T	W	G	T00

### 3.4 C조선소 정보분석

#### 3.4.1 일정정보

C조선소의 일정 정보는 WOD수준의 자료만 보유 보유하고 있는 데이터 중 절단 공정에 관련된 Table 15을 선정 했다. 이유는 각 공정 별로 고유의 아이디로 사용 할 수 있는 WOD아이디를 가지고 있고 날짜 처리 일정 등이 정확히 명시 되어 있어서 이다. 각 칼럼 들을

살펴 보면 호선의 경우 해당 건조 선박의 번호 이고 블록 번호는 블록의 번호 이다 같은 종류의 선 박의 경우 동일한 블록 명칭을 가질 수 있다. WOD 코드에서 맨 앞4리 4자리로 호선 번호를 주어 각 블록에 대한 구분을 정확하게 할 수 있다.

Table 15 WOD Data of Shipbuilding Company C

호선	블록번호	구분	송선	WOD	절단일
001490	AS41S	NP	F	1490NPFAS41S 006	20040419
001490	AS41S	NP	F	1490NPFAS41S 007	20040420
001490	AS41S	NP	H	1490NPHAS41S 002	20040420
001490	AS41S	NP	W	1490NPWAS41S 004	20040410
001490	S15	NG	L	1490NGLS15 821	20040421
001491	ES31L	PA	A	1491PAAES31L 008	20040421
001491	ES31L	PA	A	1491PAAES31L 013	20040421
001491	T16	FB	F	1491FBFT16 004	20040414
001491	T16T	FB	F	1491FBFT16T 008	20040417
001491	T16T	FB	F	1491FBFT16T 011	20040417
001491	T16T	FB	F	1491FBFT16T 013	20040417
001490	F21S	PB	C	1490PBCF21S 004	20040422
001490	F31D1	FN	A	1490FNAF31D1 004	20040426

Table 16 Definition of Routing

우선순위	절단 후 송선	코드	송선 별 적용 내용
1	소조립 공급부재	H	선행소조 부재
2		W	자동판계 부재
3		B	수동개선 부재
4		F	일반 소조립 부재
5	자동용접장치 공급부재	P	곡가공 후 PANEL, FAB 주판재
6		L	절단 후 PANEL, FAB 부재
7	조립직송 공급부재	C	곡가공 후 조립 직송부재
8		A	절단 후 조립 직송부재
9	P.E 직송부재	G	절단 후 P.E장 직송부재
10	탑재 직송부재	E	절단 후 탑재 직송 부재

구분은 사용 되는 가공 설비로 WOD코드에서 호선 번호 호선 번호 다음에 들어 가는 두 자리의 코드이다. 송선은 공정 이후 다음 공정을 나타낸 것으로 Table 16에 송선에 해당 하는 코드의 정의를 나타내었다. WOD 칼럼을 살펴 보면 맨 뒷자리 3자리를 제외하고 동일한 코드들이 있는 것을 Table 15에 첫 번째와 두 번째 데이터를 보면 확인 할 수 있다. 이들에 대한 구분은 뒤 3자리로 해당 공정으로 들어 가는 순서를 나타내는 코드이다. 본 연구에서는 WOD수준의 자료를 이용 하여 자동으로 WOP수준의 데이터를 생성 하는 기능을 프로그램에서 구현 하고자 했다. 그를 위해 WOD코드중 동일 블록에 해당하는 데이터들만을 필터링 하여 가장 빠른 시작 일과 가장 늦은 시작일을 찾아 호선 블록 번호로만 구성 되어 있는 WOP로 작성되고, 아래 Table 15에서 AS41S블록을 예로 들자면 1490AS41S이 WOP 아이디가 되고 시작일은 가장 빠른 시작일인 4/10 종료 일은 4/20일로 WOP를 정의 하였다. 다음 칼럼 절단일은 시작일과 종료일이 나타나 있지 않는데 그 이유는 해당 하는 작업들이 하루 안에 종료 되는 작업이라 시작일만 표시 되어 있는 것이다. 송선정의 Table 16을 기준으로 송선 코드를 부여하고 우선순위를 바탕으로 순서가 결정한다.

## 4. 조선소 생산계획정보 통합구조 설계

### 4.1 통합구조 생산계획의 목적과 방향

본 연구는 조선소의 생산성 향상을 위해 조선소 기간 생산 계획을 시뮬레이션을 통해 검증하고 잘못된 생산계획의 수정을 통해 불필요한 공수의 낭비를 피하고 조선소의 생산성 향상을 도모하는데 그 목적이 있다. 현재 조선소들은 일정계획을 수립함에 있어 실제 생산환경을 반영치 못한 비효율적인 일정계획을 수립하고 있으며 이를 극복하고자 국내 조선소에서는 개별적으로 생산계획을 구축하는 프로그램들을 만들어 사용 하고 있으나 산출되는 생산계획이 실제 현장과의 괴리로 인하여 올바른 기능을 하지 못하고 있는 상황이다. 이런 상황을 벗어 나고자 조선사들은 각자 생산일정을 시뮬레이션 하기 위한 모델들을 구현 하였으나 데이터의 표준화를 하지 않은 상황에서 시뮬레이션 수행하였으며 매번 각 모델에 맞는 데이터를 설계해야 하는 번거로움으로 인해 일회성에 그치고 있다. 따라서 본 연구에서는 여러 조선소에 통합적으로 사용할 수 있는 통합적인 데이터 베이스를 구축을 통해 반복적인 데이터 모델링 및 시뮬레이션 작업을 최소화하여 시뮬레이션의 재사용성을 높이고자 한다. 또한 시뮬레이션을 통해 생산계획을 오류를 파악하고 생산라인의 과부하를 실제 생산전 파악함으로써 공수의 낭비를 피하고자 한다.

### 4.2 통합구조 설계사례

이종학(2014)의 조선해양 일정관리 시뮬레이션을 위한 자료구조의 표준화 개발과 품질 평가 방법에 대한 연구에서 조선소 데이터의 표준화 방안에 대한 제안이 있었다. 해당 연구에서 제안한 표준화 방안은 시뮬레이션을 수행한 해당 조선소에 데이터를 표준화하는 방안에 대해 제안했다.

김정현(2010)의 설계 목적별 조선 통합 BOM 데이터 활용을 위한 업무 기반 BOM데이터 관계 정보 생성은 통합적인 데이터 베이스를 구성하고 업무별로 해당 데이터 베이스에서 데이터를 추출하여 해당 업무에 적합한 데이터를 출력해주는 방법을 제안하였다. 이 역시 하나의 조선소에 해당하는 정보들을 활용하여 진행된 연구이다.

### 4.3 통합구조 설계

세 조선소의 일정 정보를 통합 하기 위해 본 연구에서 개념스키마의 정의를 활용하여 전체 데이터베이스의 개념을 정의하고 구조를 설계 하였다. 개념 스키마란 개체 간의 관계와 제약 조건을 나타내고 데이터베이스의 접근 권한, 보안 정책 및 무결성 규정에 관한 명세를 정의한다. 또한 데이터베이스의 전체적인 논리적 구조로서 정의하며 모든 응용 프로그램이나 사용자들이 필요로 하는 데이터를 통합한 조직 전체의 데이터베이스 명세이다. 또한 시뮬레이션을 위해서 생산 시스템의 데이터로부터 시뮬레이션 모델로의 전환을 위한 중립형식 문서인 XML을 이용 하여 계층구조로 이루어진 각 데이터를 정의 하였다. 데이터베이스 구조의 베이스를 XML문서를 통해 구현 함으로써 사용자가 데이터베이스의 수정이 요구될 때 프로그램을 직접 코딩하는 것이 아니라 XML문서를 수정을 통해 데이터베이스의 수정이 가능하도록 구성했다. 기본 적인 데이터베이스의 구조는 가장 자료가 많은 A조선의 자료를 기준으로 만들어 졌으며 데이터 분할의 기준은 일반적인 산업에서 데이터 분류체계 많이 사용되는 Figure 8과 같은 PPR구조를 활용했다.

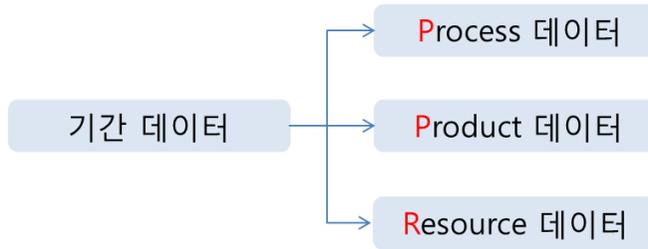


Figure 8 PPR Structure

PPR 구조는 Figure 8에서 나타낸 것과 같이 조선소의 데이터를 Process, Product, Resource 데이터로 분류 하는 것이다. Process데이터의 경우 일정정보들을 나타내며 Product데이터는 제품정보 Resource데이터는 조선소의 기반설비들에 관한 데이터들이다. 앞서 언급한 바와 같이 XML문서를 활용해 데이터베이스의 기초를 정의했다. 해당 스키마의 구조는 아래 Figure 9와 같으며 PPR구조를 따르고 있다. 최상위로 Shipyard라는 Element를 선언함으로써 전체 데이터를 묶어주었다. 각 Element에 관한 간략한 설명은 아래 Table 17에 나타내었다.

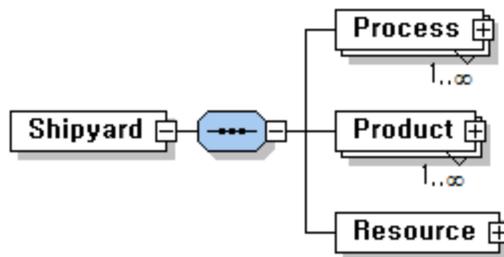


Figure 9 Top-level Structure of XML

Table 17 Top-level Element Explanation

Shipyards	Process	Product	Resource
최상위 데이터목록	일정정보	제품정보	설비정보

일정정보인 Process 정보는 최상위 일정 정보는 중일정 단계로 정의하였다. 중일정을 최상위 단계의 일정정보로 선정한 것은 중일정 이상의 일정정보의 경우 계획되는 일정의 변동사항이 많은 단점을 가지고 있었고 아래의 정보의 경우 소단위 공정에 대한 일정을 나타내고 있었기 때문에 최상위 일정 정보로 중일정을 선정했다.

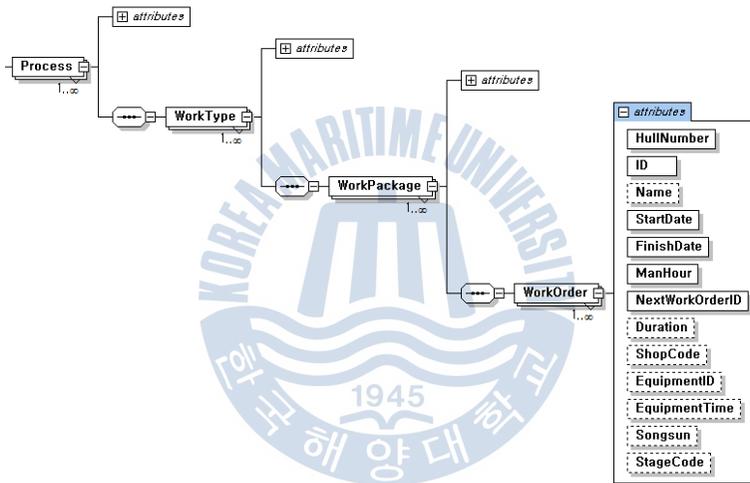


Figure 10 Process Information Structure

일정정보의 구조는 Figure 10과 같이 나타내었으며 각 단계별 일정정보 구조의 정의는 다음 Table 18와 같다. WorkType 정보는 대 공정 분류에서 좀더 내려온 하위 공정 정보까지 나타내는 구조로 앞서 정의한 Table 3에서 작업형태 분류 까지가 해당 된다. 여기서 Worktype 정보를 Table 18과 같이 정의한 이유는 ID와 HullNumber 부분을 A조선과 B조선이 공통적으로 사용 할 수 있기 때문이다. 코드의 길이가

다르다 할지라도 나타내는 일정의 수준이 동일 하기 때문에 설계한 Table 18의 구조 에서 ID부분과 호선을 공통적으로 사용 할 수 있다.  
호선과 아이디는

Table 18 Process Element

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Definition
HullNumber BlockNumber ID Name StartDate FinishDate ZoneCode				호선 블록번호 공정 공정이름 시작일 종료일 지역코드
	HullNumber ID Name			호선 공정 공정이름
		HullNumber ID Name StageID StartDate FinishDate ManHour LocationType		호선 stage의 공정 공정이름 스테이지정보 시작일 종료일 시수 수행지역타입
			HullNumber ID Name StartDate FinishDate ManHour NextWorkOrderID Duration ShopCode EquipmentID EquipmentTime Songsun StageCode	호선 단위공사까지의 공정 공정이름 시작일 종료일 시수 다음 단위공사 기간 공장류음 Code 장비아이디 장비사용시간 다음공정 스테이지정보

필수 사항이며 공정의 이름을 나타내는 Name는 선택 사항으로 분류하였다. 그 이유는 공정의 이름을 코드를 통하여 유추 할 수 있기 때문이다. A조선의 WorkType 정보는 역시 조선소의 생산정보에서 따로 하위 WOP, WOD 정보로부터 추출해 내었다. B조선은 보유하고 있는 데이터가 WorkType수준의 데이터이다. WOP 정보는 일일 작업 계획 보다 바로 상위 단계의 정보를 나타낸다. 설계된 구조에서 A조선과 C조선의 데이터가 함께 존재할 수 있다. HullNumber의 경우 A조선 B조선의 호선 정보보다 들어 갈수 있고 ID 부분은 앞서 정의한 Table 3에서 WorkStage까지의 정보로 C조선의 데이터중 뒤 3자리 삭제 WOP의 ID로 사용 하였고 이후 중복되는 WOD 코드를 걸러내고 가장 빠른 착수일과 늦은 종료일을 C조선의 시작일과 착수일로 정의한다. 이렇게 함으로써 A조선과 C조선의 WOP수준에서의 데이터를 하나의 중립구조로 묶을 수 있었다. WOP는 필수 정보로 호선, 아이디, 시작일, 종료일, 시수 정보를 필수정보로 정의 하였다. ID는 Table 3에서 정의 하였듯이 Work Stage 수준까지의 정보이고 스테이지 ID는 공장 ID이고 Location 타입은 공장이 위치해있는 지역의 공장들이 어떤 Shop인지를 나타내는 정보로 공장들의 묶음이라 할 수 있다. 같은 WOD 정보는 최하위 일일 작업 정보까지 나타내는 정보로 위의 구조에서 호선번호 아이디 시작일 종료일 시수 다음 공정 정보가 필수로 들어 간다. WOD 구조는 A조선과 C조선이 공통적으로 적용될 수 있다. ID부분이 WOD코드 적용 되는 곳으로 호선은 HullNumber, ID는 WOD 코드 시작일과 종료일, 장비ID를 공통적으로 사용 하고 C조선의 경우 A조선의 데이터에는 나와 있지 않은 송선코드가 추가된다. 송선 코드는 C조선만의 코드로써 해당 데이터의 통합을 위해 추

가 되었다.

#### 4.4 구현

최종적으로 구현된 데이터베이스의 논리적 구조는 다음 Figure 11과 같다. 다음 장에서 거론될 통합인터페이스 프로그램을 통해 앞서 정의한 Xml을 바탕으로 Figure 11의 구조와 동일한 데이터베이스를 생성했다. 데이터의 표준화를 통해 데이터베이스의 통합을 구현하였고 시뮬레이션을 수행하기 위한 기초적인 작업을 완료했다.

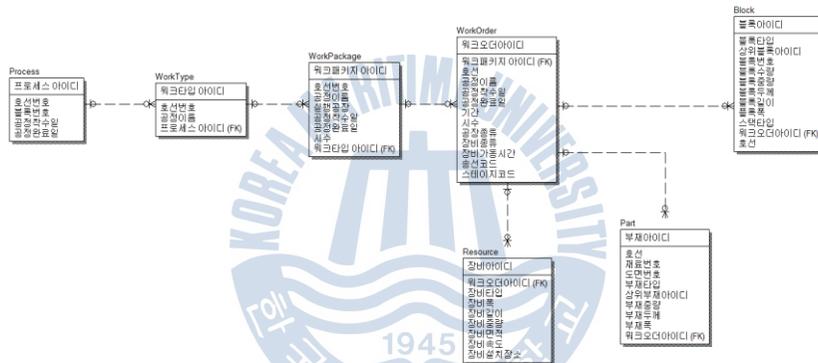


Figure 11 Database Logical Structure

다음 절에서는 해당 통합데이터의 입력과 출력 그리고 출력데이터를 활용한 시뮬레이션의 수행에 대해 다루겠다.

## 5. 통합 인터페이스 구축

### 5.1 ooCBD 방법론

ooCBD방법론이란 세분화된 객체를 기능에 따라 그룹화하여 구성된 컴포넌트 단위로 소프트웨어를 개발하는 것으로 개발초기에 시스템구조를 정의하여 안정적인 아키텍처를 구조를 확보하고 이 소프트웨어 아키텍처 위에 애플리케이션을 구축하는 방법론을 말한다. ooCBD 개발 방법론은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 아키텍처 중심적

-행위 중심의 분석을 통해 컴포넌트 기반의 소프트웨어 아키텍처를 정의하게 된다. 또한 아키텍처 그룹에서 아키텍처 프로토타이핑을 수행함으로써 아키텍처 단계에서 설계된 소프트웨어 아키텍처를 검증하는 과정을 거친 견고한 소프트웨어 아키텍처 위에서 그 위에서 그이후의 설계 구현, 테스트 과정이 수행될 수 있도록 한다.

- 객체지향 개념을 기반

ooCBD방법론은 객체지향 개념을 기반으로 한다 ooCBD개발 방법론 설계 사상뿐만 아니라, 전체 개발 프로세스에 걸쳐 추상화, 캡슐화, 일반화 등의 객체지향 개념이 폭넓게 사용된다.

- 유스케이스 주도 개발 프로세스

- 사용자 요구관리

- 비즈니스 컴포넌트 도출
- 비즈니스 개체 및 데이터 모델 정의
- 사용자 인터페이스 요소 도출
- 테스트 및 구현

## 5.2 요구사항

프로그램 개발에 앞서 먼저 사용자의 요구 사항에 대한 분석이 선행되어야 한다. 사용자의 요구분석이 이루어지지 않을 시 최종적 산출물인 프로그램이 사용자의 요구와 달리 개발자의 편의 위주로 개발되거나 사용자의 용구 사항을 전혀 반영치 못하고 전혀 엉뚱한 기능을 가진 프로그램이 개발될 수도 있다. 이에 따라, 아래 Table 19와 같은 사용자의 요구 사항을 기본으로 하여 프로그램의 설계 진행 방향이 결정된다. 요구 사항에 따라 오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.와 같은 구조로 UseCase가 구성되고 요구 사항 분석을 작성했다.

Table 19 Requirements Analysis

ID	UseCase	Description
Use Case1	데이터베이스 생성	표준 정보 구조에 맞춰 DB생성
Use Case2	Quest 설정 및 실행	포트를 설정하고 Quest실행
Use Case3	데이터입력	표준구조에 맵핑 및 DB입력 Xml 생성
Use Case4	데이터소스 선택	시뮬레이션을 수행할 입력데이터 DB또는 Xml선택 이후 어떤 수준의 데이터를 활용 할지 선택
Use Case5	시뮬레이션데이터 선택 및 수행	데이터를 바탕으로 시뮬레이션에 필요한 파트 및 일정 입력

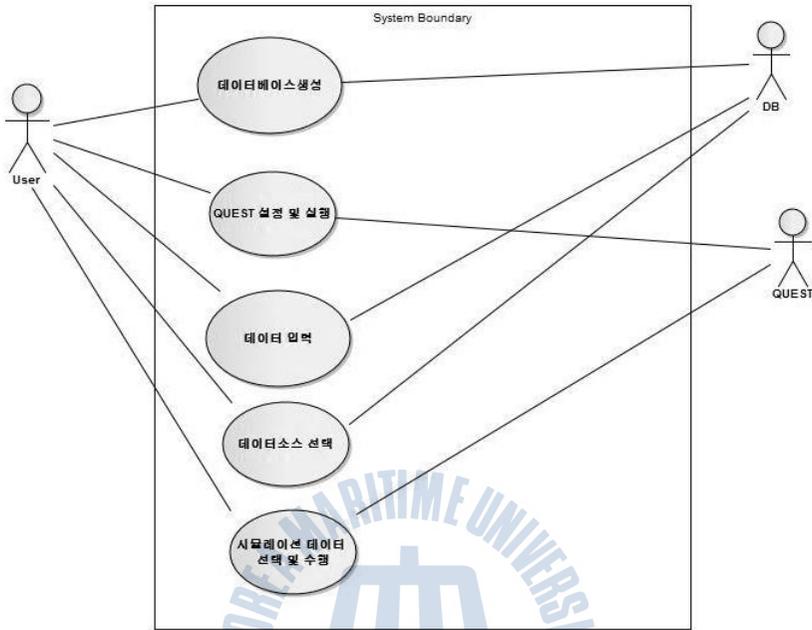


Figure 12 Use Case Diagram

프로그램 설계에 앞서 Figure 12와 같이 Use Case 다이어그램을 작성하였다. Use Case는 데이터베이스생성, QUEST 설정 및 실행, 데이터입력, 데이터소스 선택, 시뮬레이션 데이터 선택 및 수행 총 5가지로 구성된다. 이 다이어그램에서 액터 다이어그램은 User, DB, QUEST로 분류되고 System Boundary는 Figure 12에 박스 부분과 같이 구성되어 있다. System Boundary 영역이 실제 프로그램을 구현해야 하는 부분이다. 개별 적인 Use Case는 체계적인 설계를 수행 하기 위하여 MVC(Model, View, Controller)구조를 바탕으로 구성하였으며 Model은 시스템간의 전달되는 정보를 의미 하고 View는 화면 즉 사용자가 직접적으로 컨트롤할 수 있는 UI를 의미하며 Controller은 시스템의 주

요기능을 구현하는 관리자 역할을 의미한다. UML의 기본은 이러한 MVC구성에 따라 정의되었다. Use Case를 좀더 자세히 분석하여 Figure 13과 같은 워크 플로우 UML(Unified Modeling Language)Activity Diagram을 사용 하여 표현했다. Figure 13은 Use Case1의 UML이다. Figure 13에서 확인할 수 있는 시스템의 주요기능을 살펴 보면 데이터베이스 생성에서 사용자의 경우 시스템을 실행하고 데이터베이스 정보를 입력하고 생성을 선택한다. 이 경우 시스템은 데이터베이스 정보 창을 보여준다. 이 사용자 액터의 행위는 시스템을 거쳐 또 다른 액터인 DB에 도달한다. 시스템은 DB에 DB 생성 및 테이블 생성을 요청한다. 아래 Figure 13에는 프로그램 주요기능의 메소드에 대한 기능을 볼 수 있다. 시퀀스 다이어그램은 시스템 요구 사항들을 문서화하고 시스템 디자인을 한꺼번에 볼 수 있는 좋은 다이어그램이다. 시퀀스 다이어그램이 유용한 이유는 인터랙션이 발생하는 시간 순서로, 시스템의 객체들 간 인터랙션 로직을 보여주기 때문이다. Figure 13에서 보이는 것처럼 데이터베이스의 생성을 위한 시스템 객체 간의 메시지와 사용자의 행동들을 시각적으로 보여준다.

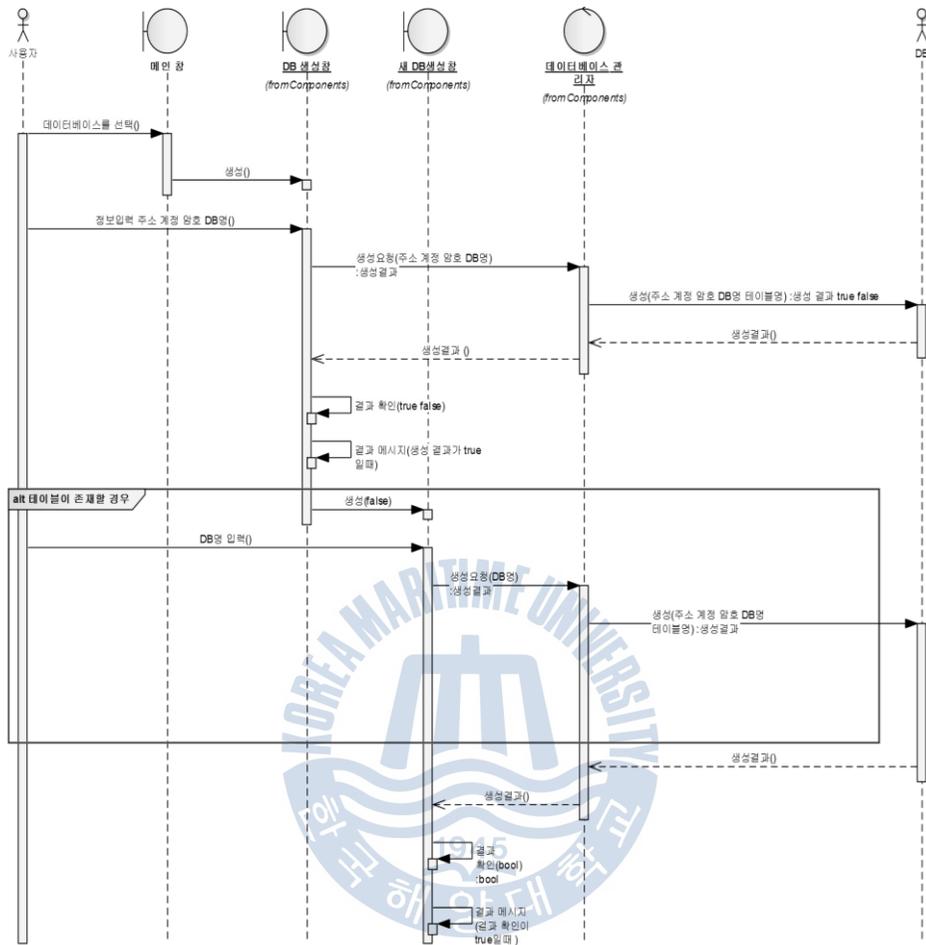


Figure 13 CreateDB use cases sequence diagram

Use Case2는 Quest 실행 및 설정이다. 액터는 사용자와 Quest이다. 사용자는 UI 상에서 시뮬레이션 탭을 선택하고 시스템은 Quest의 설정 창을 보여준다. 이때 경로 창에는 Quest의 기본 설치 경로가 나타난다. 포트는 선택하고 실행 버튼을 클릭하여 Quest를 소켓 모드로 실행시킨다. 이때 실행되는 Quest는 기본적 UI가 없는 상태로 오직 소켓통신을 통해 BCL 문으로만 통제가 가능하다. 유효하지 않은 포트

를 선택 시 변경요구 메시지를 반환한다. 여기서 시스템의 흐름은 아래 Figure 14와 같다.

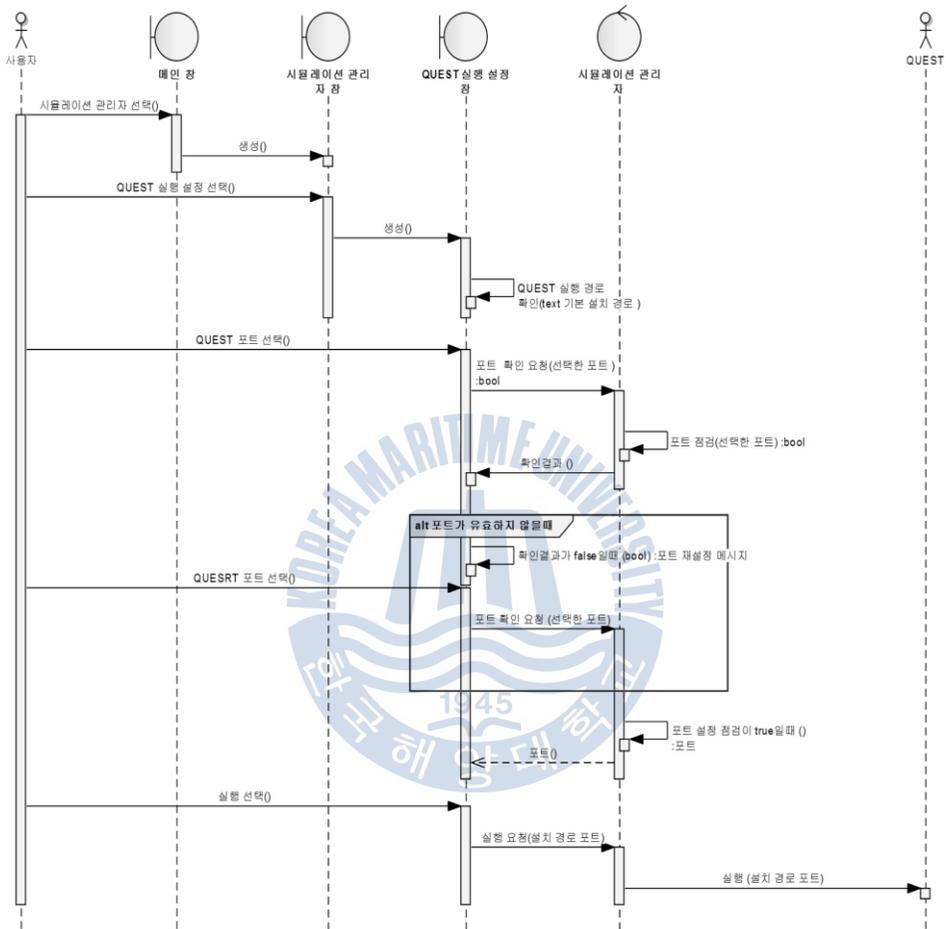


Figure 14 QUEST use cases sequence diagram

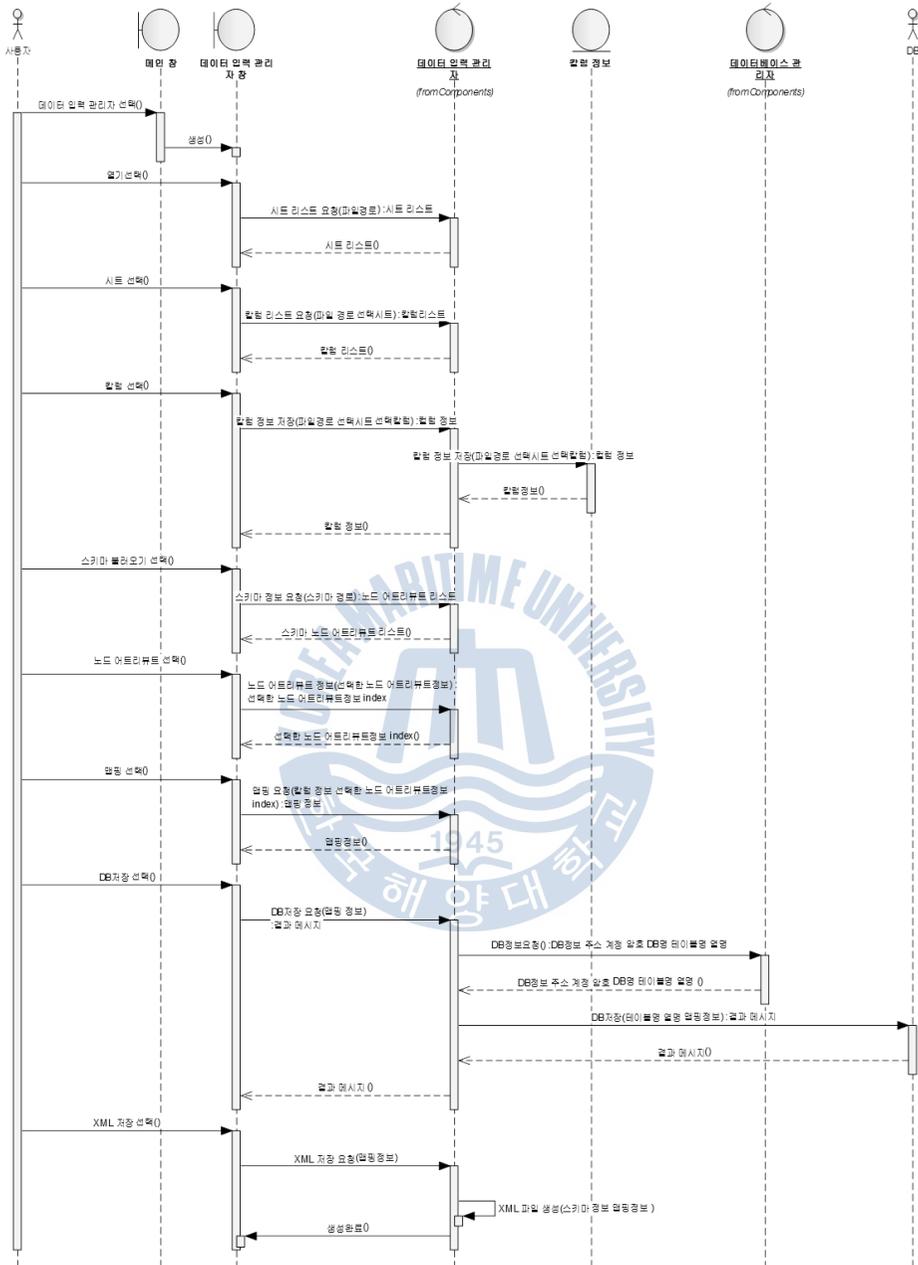


Figure 15 Mapping use cases sequence diagram

Use Case3는 데이터 입력에 관한 Use Case로 조선소의 기간 생산계획정보를 바탕으로 시뮬레이션에 필요한 입력 데이터로 변환할 수 있도록 표준 데이터 구조에 Figure 15과 같은 과정을 거쳐 데이터를 입력하는 부분이다. 먼저 사용자는 입력할 데이터의 종류를 선택하고 파일을 연다. 시스템은 해당 파일의 시트 리스트를 리턴 값으로 주고 시트를 사용자가 선택하면 칼럼의 리스트를 리턴 해준다. 시스템에 포함시켜 놓은 XSD 파일을 이용해서 트리구조를 불러오고 선택한 칼럼을 맵핑 시킨다. 이후 데이터베이스를 선택하거나 XML 파일을 선택해서 데이터를 저장한다. 데이터베이스 저장과 XML 저장은 각 테이블 별로 따로 하여도 무방하도록 구성되어 있다. 또한 맵핑 정보만을 저장하는 기능도 있다. 맵핑정보를 저장하는 기능은 해당 파일과 같은 종류의 파일 이면 반복적으로 맵핑을 하지 않아도 맵핑을 할 수 있도록 하는 기능이다. 맵핑 파일을 만들면 맵핑 시킨 파일의 전체 칼럼을 저장 하고 맵핑된 칼럼과 표준 구조의 노드를 저장한다. 해당 맵핑 정보 파일을 불러 온 뒤 같은 종류의 파일을 불러오게 되면 자동으로 맵핑이 이루어지는 구조를 가지도록 했다. 이러한 시스템의 흐름을 Figure 15과 같은 다이어그램으로 나타내었다. Use Case4에서 액터는 사용자와 DB이다. 사용자는 메인 창에서 데이터베이스 소스를 선택한다. 데이터베이스 소스는 DB와 Xml이 있으며 각 소스 내부는 WOP, WOD 테이블 등으로 나누어져 있어 다양한 데이터의 선택이 가능하다. 현재의 설계는 해당하는 일정을 최종 블록에 물려주어 흘러가는 정도의 구성으로 이루어져 있으며 추후 제품 정보 등을 커플링시킬 계획이다. 아래 Figure 16에서 보이듯 데이터 소스를 선택하게 되면 해당 소스의 테이블들을 반환해주고 테이블을 선택하고 나면 어떤 공정 리스트들을 반환해준다.

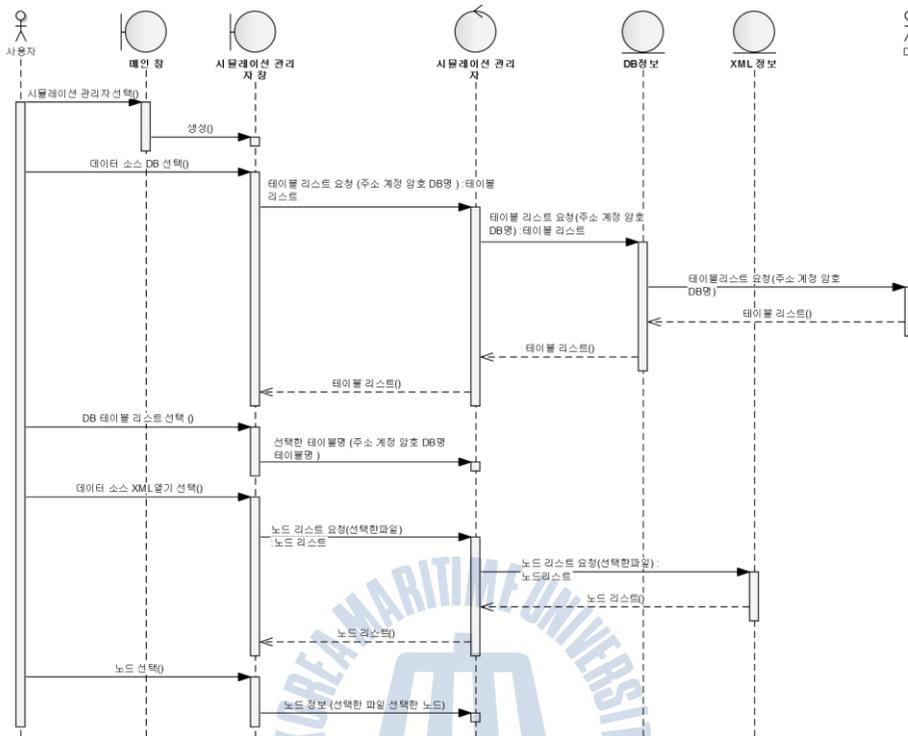


Figure 16 Select DataSource use cases sequence diagram

Use Case5는 직접 적으로 Quest를 컨트롤하는 부분이다. 시뮬레이션 모델을 불러오기 위해 라이브러리를 적용시킨다 이 작업은 사용자가 개인적으로 라이브러리를 만들었을 때 그 작업 폴더를 적용시켜주기 위한 것이다. 모델 폴더를 적용시키게 되면 모델 폴더 내부의 전체 m이 파일들을 리턴 해준다. 모델 선택을 하게 되면 해당 모델의 Element들의 리스트를 리턴해준다. Element를 선택하면 Element의 로직 리스트를 리턴 해주고 로직 선택 이후 SCL 파일을 선택 로직을 변경해줄 수 있게 구성되어 있다. 해당 프로그램의 흐름은 아래 Figure 17에 나타나 있다.



### 5.3 비즈니스 컴포넌트

시스템 설계 방법론으로는 프로그램을 컴포넌트로 분할하여 설계 및 개발을 수행하여 단위 컴포넌트 별로 단위 기능을 수행할 수 있어 프로그램 재활용성을 높인 컴포넌트 기반 개발 방법론 (CBD:Component Based Development) 방법론을 바탕으로 프로그램을 설계하였다. 시스템의 비즈니스 컴포넌트 모델은 비즈니스 퍼사드 레이어, 비즈니스 컴포넌트 레이어, 데이터 액세스 컴포넌트로 이루어져 있다. 비즈니스 컴포넌트는 "-Mgr" 데이터 액세스 컴포넌트는 "-Info"로 명명했다. 퍼사드는 퍼사드 이하로의 접근을 분리 함으로서 전체 시스템의 유연성을 갖게 해준다. 또한 시스템의 진입점 역할을 수행하며 비즈니스 컴포넌트로부터 상속을 받아 사용한다. 전체 구성은 아래 Figure 18과 같이 구성하였다. 비즈니스 컴포넌트 레이어에는 비즈니스 로직과 프로세스를 담고 있는 비즈니스 컴포넌트가 놓이게 되며, 데이터 액세스 컴포넌트는 데이터 저장소에 접근하여 데이터의 입출력 처리를 담당한다. MVC구성 중 Controller역할을 하는 부분은 DataBaseMgr, InputShipyardDataMgr, SimulationMgr로 구성되어 있으며 이 컴포넌트들에 실직 적인 접근을 위해서는 SimulationFacade를 통해서만 접근할 수 있다. 비즈니스 컴포넌트 레이어는 3개의 인터페이스로 구성된 3개의 비즈니스 컴포넌트를 가지고 데이터 액세스 컴포넌트 레이어는 1개의 데이터 액세스 컴포넌트를 가진다. MVC중 앞에서 언급하였듯이 정보를 담당하는 부분인 Model은 DTO(Data Transfer Objects)라는 비즈니스 객체를 통해 시스템 내부에서 정보를 전달한다. 해당 목록은 소스 코드 구조에 나타나있다. DTO는 BlockDTO, ColumnDTO, DBConnectionDTO, MappingDTO, PartDTO,



성화 시키고 세부 메뉴를 사용하도록 구성하였다. 앞서 정의한 5가지의 유스케이스는 크게 3가지 주요 UI로 분류 가능하다. 각 유스케이스 별 UML을 보면 주요 인터페이스에 대한이동을 알 수 있도록 구성되어 있다. 이처럼 ooCBD방법론에 따라 통합인터페이스 구축을 위한 프로그램 설계를 진행하였다.

## 5.4 구현

프로그램의 구현하기 위해 먼저 방법론에 따른 프로그램 설계를 진행하였다. 프로그램은 Windows OS 64bit 운영체제에서 .NET기반으로 개발 하였으며 인터페이스의 구성은 각 각 따로 개발되던 프로그램인 Translator와 Simulation Controller를 통합하여 사용자의 편의성을 높였다. 프로그램의 주요 기능은 아래와 같이 정리된다.

### ■ 데이터베이스관리 기능

서버프로그램이 설치되어 있는 컴퓨터에서는 간단한 클릭만으로 데이터베이스 생성이 가능하다. 또한 데이터베이스구조의 편집을 용의하게 하기 위해 Xsd파일을 편집함으로써 데이터베이스 테이블에 대한 편집이 가능하도록 구성함으로써 사용자의 편의성을 높이하고자 했다.

### ■ 데이터 입력기능

입력데이터를 편리하게 편집하여 중립구조로의 변환을 위한 트리뷰기능을 제공하며 사용자의 환경에 따라 중립구조로 변경된 정보의 저장을 선택할 수 있도록 구성했다.

### ■ 시뮬레이션 수행 기능

시뮬레이션을 수행하기 위한 입력데이터를 중립데이터

로부터 추출하며 시뮬레이션을 수행하기 전 간단한 로직을 변경할 수 있고 시뮬레이션 프로그램(QUEST)의 구동을 가능하게 하는 인터페이스를 제공한다.

## 5.5 프로그램 시나리오

본 연구에서 개발된 프로그램은 조선소 생산계획의 시뮬레이션을 수행하는 것을 목적으로 한다. 개발된 프로그램은 크게 3가지 기능으로 분류된다. 먼저 데이터베이스를 관리하는 기능으로써 앞장에서 정의된 중립구조를 바탕으로 데이터베이스를 생성한다. 또한 데이터베이스의 삭제가 가능하다.

다음은 조선소의 기간데이터를 중립구조에 맞도록 편집하여 입력하는 기능이다. 이 기능은 현업에서 사용되고 있는 가공되지 않은 조선소의 원본데이터를 활용함으로써 중립구조 활용에 따른 추가적인 계획정보가공이 불필요하다. 또한 한번 편집된 구조와 동일한 입력데이터를 사용할 경우 반복적인 작업이 없이도 따로 저장된 Xml파일 정보를 바탕으로 자동편집되며 편집된 데이터는 설계된 중립구조에 맞게 계층적인 구조를 가지게 되며 맵핑된 데이터는 데이터베이스로 입력되거나 Xml파일의 형태로 출력된다.

마지막 기능은 시뮬레이션을 수행하는 기능이다. 먼저 시뮬레이션을 수행할 QUEST를 구동시킨다 그 후 앞서 생성한 중립구조 기반의 데이터를 데이터베이스 또는 Xml파일로부터 불러들인다. 중립구조의 데이터는 데이터를 계층적으로 나눠놓은 구조로써 시뮬레이션을 수행하기 위한 입력데이터로 적합하지 않다. 이를 변환하기 위해 각 계층별로 필요한 데이터를 추출 시뮬레이션 입력용 데이터로 변환한다. 다음으로 시뮬레이션 모델을 불러오고 수정할 로직이 있다면 로

직파일을 해당 Element에 적용시킨다. 이후 시뮬레이션을 수행한다.

## 6. 시뮬레이션 모델링

### 6.1 데이터 모델링

#### 6.1.1 데이터 모델링의 목적

조선소 생산계획 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 제품정보, 일정정보, 리소스정보가 조합된 정보가 필요하다. 하지만 일반적인 조선소의 데이터는 이러한 구조에 부합하지 않으며 본 논문에서 활용한 중립 구조 역시 그 목적이 시뮬레이션이 아닌 조선소데이터의 체계적 관리에 중점을 두고 있어 시뮬레이션용 입력데이터로 사용하기에는 무리가 있다. 물론 이런 구조의 데이터를 바로 시뮬레이션에 적용할 수 없는 것은 아니다. 하지만 데이터의 가공을 거치지 않고 시뮬레이션에 적용하게 되면 시뮬레이션 수행 중 많은 연산을 거치게 될 것이고 이는 많은 컴퓨팅 파워를 요구한다. 또한 시뮬레이션 도중 프로그램이 다운될 수도 있는 우려가 있다. 물론 이러한 문제점은 단순히 사용자의 컴퓨터 사양에 따라 문제가 될 수도 있고 안될 수도 있는 것이다. 하지만 데이터의 가공을 거치지 않은 사용시 가장 큰 문제는 시뮬레이션 모델의 재사용성이 떨어 진다는 것이다. 시뮬레이션 모델링을 수행하면 입력데이터를 기준으로 해당 모델의 로직을 구성하게 될 것이고 해당하는 모델의 로직은 해당 조선소의 데이터에 고정될 것이다. 이런 구성은 시뮬레이션 모델의 유연성을 떨어트려 데이터 또는 시뮬레이션 조건의 변화에 대한 대처능력을 떨어트릴 것이다. 본 연구에서는 이러한 모델의 유연성 즉 시뮬레이션 모델의 재사용성을 향상시키기 위해 데이터 모델링을 수행하고자 한다.

### 6.1.2 데이터 모델링 방안

데이터의 모델링을 수행하기 앞서 먼저 입력데이터가 사용될 공정에 대한 선정이 선행되어야 한다.

본 논문에서는 절단공정, 조립공정, 곡가공 공정을 시뮬레이션 대상 공정으로 선정하여 앞선 2장을 통해 공정의 흐름을 파악하였으며 공정에 대한 분석 이후 3장과 같이 해당 조선소의 데이터에 대한 분석 작업을 거쳤다. 해당 데이터를 분석함으로써 입력데이터에 사용될 데이터추출의 기준을 마련하게 된다. 입력데이터는 앞서 언급한 기준을 토대로 일정, 제품, 리소스 정보의 통합으로 이루어져야 한다.

본 논문에서는 A조선의 데이터를 기준으로 데이터모델링을 시행했으며 중립구조에 입력된 조선소 데이터를 활용했다. 우선적으로 절단 공정 시뮬레이션을 위해서 강재정보의 생성이 요구되었으며 이와 연계되어 강재의 투입 일정, 절단 처리시간 등의 정보가 요구되었다. Table 20은 강재의 기본적인 정보를 정의하기 위한 정보들을 나타내고 있다. 부재 정보로부터 강재의 정보를 생성한 것은 현재 보유하고 있는 조선소 기간데이터상 강재에 대한 정보가 별도로 표기되어 있는 것이 없어 부재정보로부터 생성되도록 했다. 투입일정, 처리시간에 관한 정보는 Table 21에서 제공되고 있다. 최종적인 절단 공정용 시뮬레이션 입력 데이터의 구조는 다음 Table 22과 같다.

절단 공정 다음 공정인 조립공정의 시뮬레이션을 수행하는데 필요한 정보를 추출하기 위해서는 각 블록에 대한 정보가 요구된다. 또한 조립 공정 별 소요시간과 각 블록을 조립하기 위해 소모되는 부재 및 블록대한 정보 또한 요구 된다. 중립구조의 블록정보로부터 블록

의 무게 호선 정보와 같은 일반적인 블록의 정보를 확보한다. 여기서 중립구조상에 있는 블록정보의 경우 블록정보의 부재로 인해 Table 20과 같은 부재 정보로부터 블록트리를 추정하여 Table 23과 같은 블록정보를 생성하였다. 공정 별 소요시간에 대한 정보는 Table 21에서 제공된다. 또한 블록을 조립하기 위해서는 부재에 대한 정보 또한 필요하기 때문에 Table 20에서 추출했다. 최종적으로 위의 정보들을 통합하여 완성된 시뮬레이션용 블록과 부재 정보는 Table 24, Table 25 과 같다.

Table 20 Part Information

칼럼명	Description
HullNumber	부재의 호선 정보
BlockNumber	부재의 블록 정보
MaterialNumber	부재의 강재 정보
DrawingNumber	부재의 도면 정보
ID	부재의 고유 ID
Type	부재의 곡,일반 여부
ParentID	1차 상위 부재,블록 정보
Length	길이
Thickness	두께
Width	폭
Weight	무게
Machine_Kind	머신의 종류
Piece_Division	처리 부서 정보
Next_ParentID	2차 부모블록 ID

Table 21 WOD Data

칼럼명	Description
WO_ID	워크오더아이디
Name	워크오더이름
StartData	착수일
FinishData	완료일
ManHour	시수
Songsun	송선
HullNumber	워크오더호선
ShopCode	샵코드
EquipmentID	설비아이디
EquipmentTime	설비사용시간
StageCode	스테이지코드

Table 22 Plate Information for Simulation

칼럼명	Description
SteelPlate	강재의 고유 ID 정보
SteelPlateWeight	강재의 무게 정보
Machine_Kind	강재 절단 장비 정보
SCTime	강재 절단 시간 정보
InputOrder	투입 순서 정보
DateDelay	다음 투입까지의 시간
FinalBlock	최종 블록
Piece_No	해당 강재에서 절단 되는 Picce ID

Table 23 Block Information

칼럼명	Description
BI_HullNumber	호선 정보
BI_ID	블록 아이디 정보
BI_Type	블록 타입 정보
BI_ParentID	상위 블록아이디 정보
BI_BlockNumber	블록 번호 정보
BI_Count	블록 개수 정보
BI_Weight	블록 중량 정보
BI_Thickness	블록 두께 정보
BI_Length	블록 길이 정보
BI_Width	블록 폭 정보
BI_StackType	스택 타입 정보

Table 24 Block Information for Simulation

칼럼명	내용
Final_Block	최종 블록 정보
Parent_Block	부모 블록 정보
BlockNumber	현재 블록 정보
Block_Weight	블록 무게 정보
HullNumber	호선 정보
Marking	배재 처리 시간 정보
Fit_UP	취부 처리 시간 정보
Welding	용접 처리 시간 정보
Grinding	사상 처리 시간 정보
Count	상위 블록 조립을 위한 Piccec와 Block 정보
Process	Shop 정보

Table 25 Piece Information for Simulation

칼럼명	내용
Piece_ID	Piece 고유 ID 정보
HullNumber	호선 정보
Process	공정 정보
Parent	상위 블록 정보
Piece_Final_BlockNumber	최종 블록 정보
PieceNumber	Piece명 정보
Next_Parent	차 상위 블록 정보
Piece_Division	Shop 정보
PieceSFTime	국가공 처리 시간 정보
Piece_Count	상위 블록 조립을 위한 피스 정보
Piece_Mtnum	강재 정보

## 6.2 공정 모델링

### 6.2.1 공정 별 규칙 및 요구사항 분석

공정 모델링에 앞서 먼저 요구사항에 파악이 우선시 된다. Use Case 는 사용자 입장에서 프로그램의 요구사항을 정리한 것으로 시스템보다는 사용자의 입장을 우선시 하여 시스템의 구성을 어떻게 하는가를 정의하고 시스템의 행위를 결정하는 절차이다.

시뮬레이션 모델의 구현에 앞서 해당하는 시뮬레이션을 구현하기 위한 요구사항을 Table 26같이 정의 하였으며 정의된 표를 바탕으로 Figure 19과 같이 Use Case Diagram을 작성하였다.

구체적인 시스템의 기능을 정의 하고 범위를 결정 함으로써 외부 환경 변수를 구분하고 상호 관계를 정립했다. 외부 환경으로는 사용자와 입력 데이터들로 구성 되었으며 각 케이스 별 상위 객체의 구성은 다음 장에 나타내었다.

Table 26 Simulation Modeling Requirements Analysis

ID	UseCase	Description
Use Case1	Steel_Plate_Cutting	강재의 분류 및 절단
Use Case2	Banding	곡부재의 가공
Use Case3	Assembly	하위 부재와 블록을 이용하여 상위 블록 제작

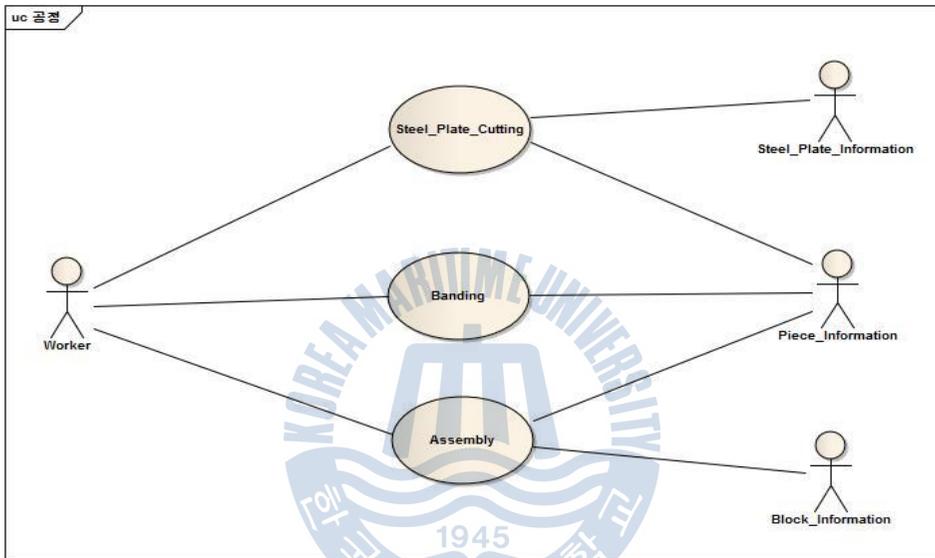


Figure 19 Simulation Modeling Use Case Diagram

공정에 대한 상위 객체를 위와 같은 다이어그램으로 나타내었다. 먼저 최상위로 프로세스를 정의 하였고 하위로 구현할 공정의 대표 프로세스들을 Figure 20와 같이 정의하고 있다.

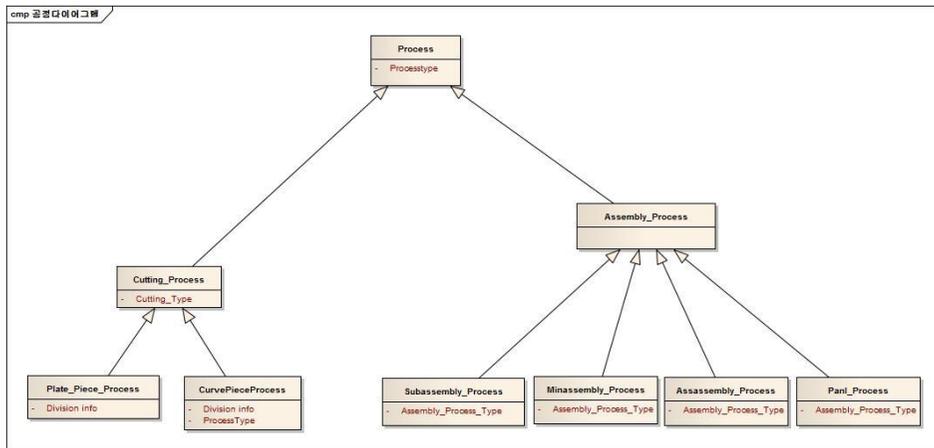


Figure 20 Process Class

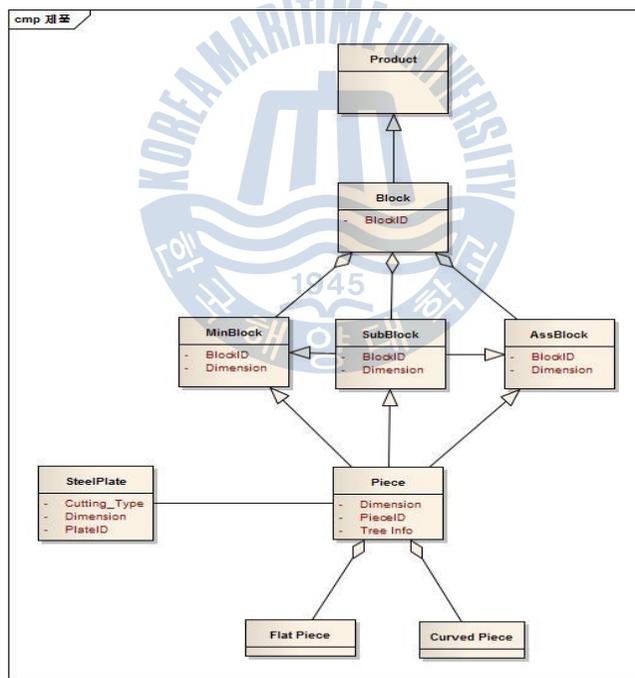


Figure 21 Product Class

제품에 대한 상위 객체를 다음과 Figure 21 같은 다이어그램으로 나타내었다. 해당 다이어그램은 최하위 평부재, 곡부재, 강재, 부재관계, 블록 종류에 대한 정의와 각 Class 별 식별자 정보에 대해 나타내고 있다.

공정에 대한 시뮬레이션 모델링을 하기 위해서는 요구사항에 대한 분석과 공정에 대한 분석이 선행되어야 한다. 앞서 2장에서 분석한 공정은 시뮬레이션을 수행할 공정의 흐름을 분석한 것이고 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 실제 모델이 되는 공장에서의 흐름에 대한 분석 또한 요구된다. 이에 따라 시뮬레이션을 수행할 공장의 규칙을 정의하기 위해 해당 공장의 프로세스를 조사하고 작업자들에 대한 인터뷰를 진행했다. 진행결과 절단 공장에 대해 도출된 규칙들은 다음 Figure 22과 같이 정리되었다.

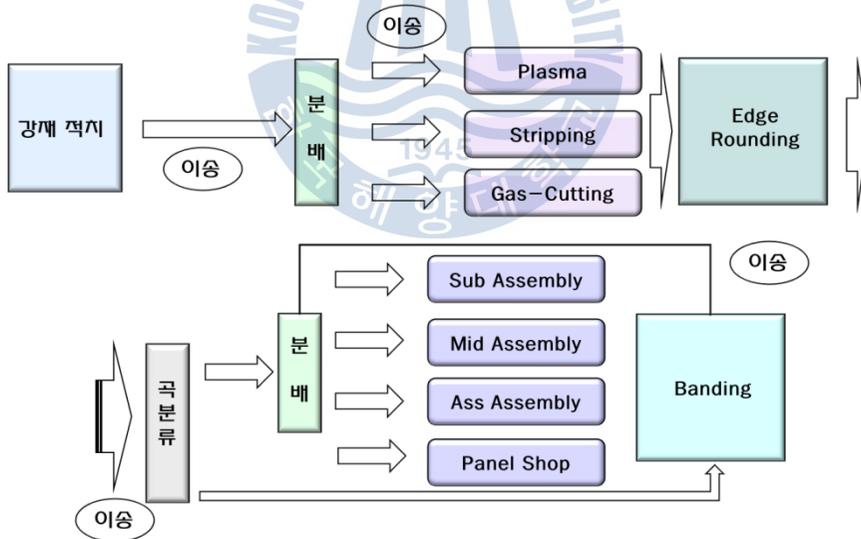


Figure 22 Cutting Process

첫째, 전처리 과정이 끝난 강재들이 적치장에 적치되고 일정이 정해진다. 둘째, 해당 일정에 따라 투입 순서가 정해지며 각 절단장으로 분배된다. 이때 분배기준은 각 절단장의 머신에 따라 처리할 수 있는 강재들이 분류된다. (추가적으로 조사에서 도출된 규칙은 아니지만 실제 공장과 유사한 흐름을 구성하기 위해 각 공장에서 일정상 후순위에 있는 강재라 할지라도 해당 강재를 처리할 수 있는 머신이 대기 상태이고 다른 종류의 머신들이 작업 중이라면 해당하는 강재를 우선적으로 투입 되도록 구성했다.) 셋째, 절단이 완료된 머신들은 라운드 작업을 거치고 곡부재와 일반 부재로 분류된다. 넷째, 곡부재의 경우 곡가공을 거친 이후 해당하는 Shop으로 분류되며 일반부재 또한 동일한 과정을 거쳐 분류된다. 다음과 같은 규칙들을 정의하여 시뮬레이션을 구현할 가상 절단 공장의 로직을 구성할 규칙들로 정의했다.



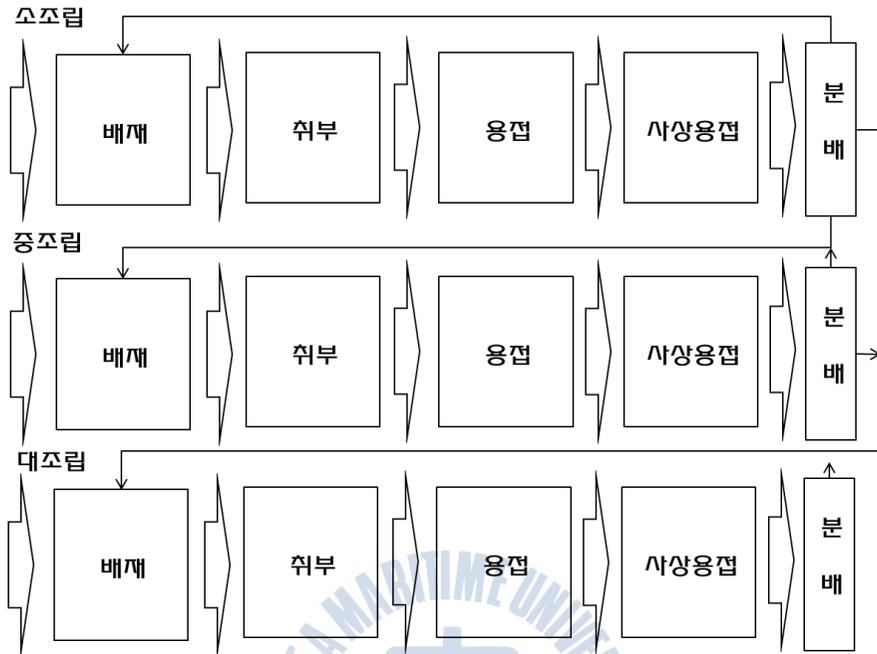


Figure 23 Assembly Process

조립공정에 대한 규칙 역시 위와 같은 절차로 분석하였다. 해당 공정에 따른 규칙은 Figure 23과 같다 첫째, 조립을 위한 부재나 블록이 갖추어진 순서로 투입순서가 정해진다. 둘째, 투입된 작업물은 최종 블록의 조립일정에서 무게 비로 작업기간을 나눠 정의했다. 셋째, 투입될 작업물의 작업 완료시 무게에 따라 공장배정의 기준을 달리한다. (각 공장 크레인의 인양능력에 따름) 넷째, 작업이 완료된 작업물은 분배 버퍼에서 다시 재분배된다.

### 6.2.2 공정 레이아웃 구현

조선소 모델을 구현하기 위해 다음 Figure 24과 같이 해당 조선소의 공장 배치 정보를 확보 했다. 해당 배치정보는 정확한 좌표를 포함

하고 있는 것은 아니다. 정확한 좌표를 구현하기 위해 각 공장의 크기 정보를 바탕으로 제공된 레이아웃정보와 비교하여 좌표정보를 생성 하였다. 또한 면적 정보를 바탕으로 각 공장의 크기를 나타낼 모델의 모델링을 수행 하였다. 실제 시뮬레이션 상에서는 해당하는 모델파일이 배치되게 된다. 생성된 좌표 정보는

Table 27와 같이 정리되어 QUEST에서 제공되는 사용자 정의 메뉴를 활용하여 매크로 로직을 구성 자동으로 배치되도록 구현하였다. 매크로 프로그램을 활용함으로써 추후 해당 조선소의 레이아웃이 변경된다 하더라도 변경된 정보만은 좌표정보에서 수정 하면 수정된 내용이 바로 반영되도록 함으로써 시뮬레이션 모델의 재사용성을 높이고자 했다. 최종 구현 모델은 다음과 Figure 25 같다

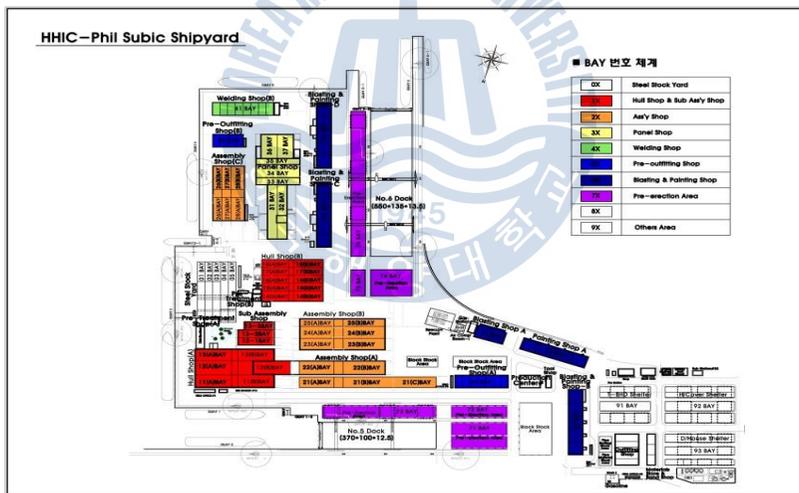


Figure 24 Shipyard Information

Table 27 Bay Coordinate Information

BAY	X	Y
Hullshop_11Bay_A	-780	-730
Hullshop_12Bay_A	-780	-670
Hullshop_13Bay_A	-780 <td -610	
Hullshop_11Bay_B	-650	-730
Hullshop_12Bay_B	-650	-670
Hullshop_13Bay_B	-650	-610
Hullshop_13_1Bay	-650	-510
Assemblyshop_21Bay_A	-420	-730
Assemblyshop_21Bay_B	-240	-730

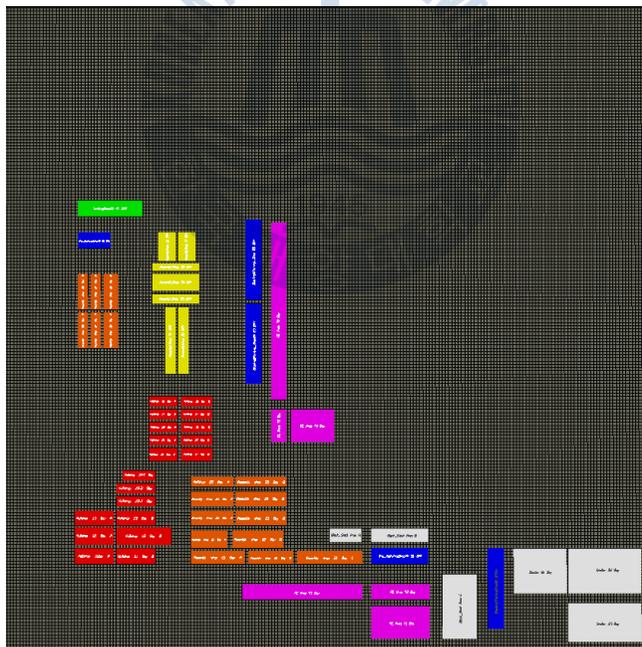


Figure 25 Virtual Shipyard Plant Layout



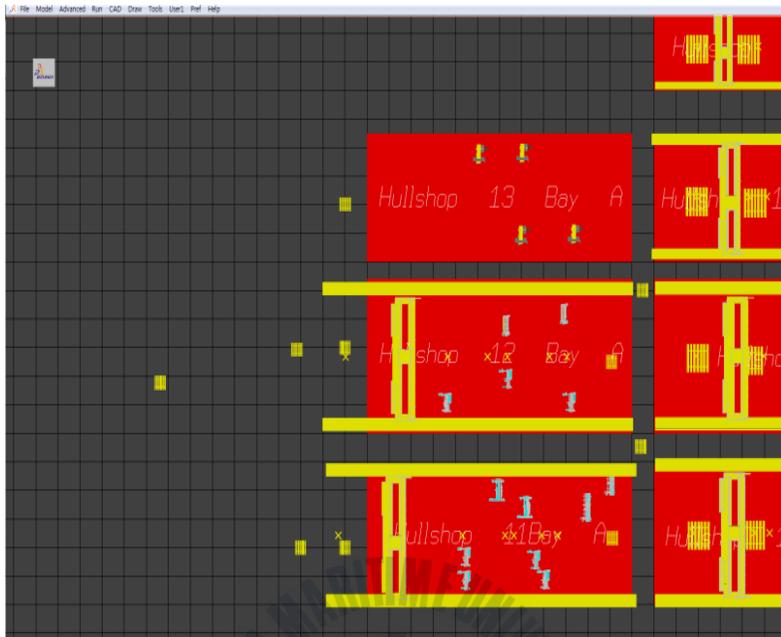


Figure 27 Virtual Shipyard Resource Layout

#### 6.2.4 공정 별 로직 구현

선박 건조 시뮬레이션 모델링에 대한 설계의 마지막 단계에서는 앞서 분석한 내용을 바탕으로 리소스에 대한 로직을 작성한다.

본 논문에서는 시뮬레이션 모델에 대한 의존도를 낮추어 모델의 재사용성을 높이고자 했다. 각 리소스에 대한 로직의 경우 시뮬레이션에 종속되는 부분을 해결해 보고자 각 로직의 변경 사항을 앞서 개발한 프로그램을 통해 QUEST를 통하지 않고 적용할 수 있도록 구성하였다.

각 로직의 구성은 다음과 같다. 크레인 로직의 경우 불러 오는 기본 로직에서 Class 파일 명을 변경 하고 내부에 코딩 되어 있는 로직을

약간 변경하여 여러대의 크레인을 사용할 수 있도록 변경했다. 로직에 대한 대략적 흐름은 다음과 Figure 28과 같이 구성되어 있다

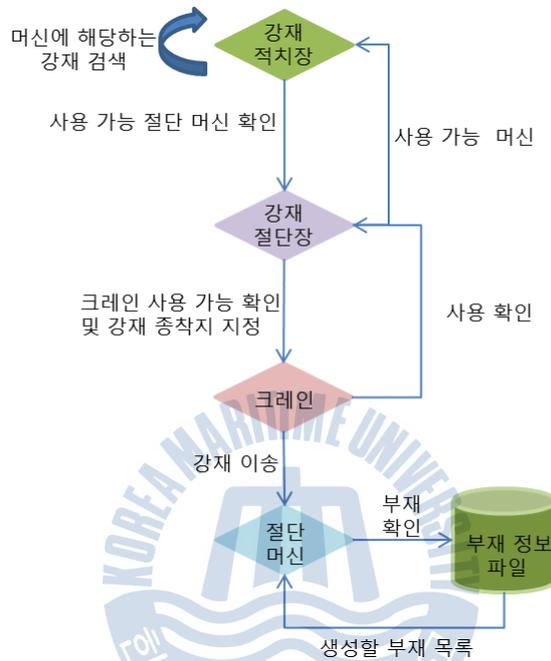


Figure 28 Sample Logic

### 6.3 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과 그래프인 Figure 29, Figure 30을 보면 전반적으로 절단공정 중 Plasma 머신의 가동률이 다른 공정의 머신에 비해 높게 나왔다. 결론적으로 절단공정 중에서는 Plasma 머신이 병목 공정이라 할 수 있다. 절단 공정상에서 해당 가동률이 낮은 머신에 대한 강재들이 한꺼번에 투입되는 일정계획으로 인해 해당 기간만큼 병목구간인 Plasma머신들에 강재들이 투입되지 않는 문제 점을 발견할 수 있

었다. 위에서 언급한 사항에 대한 개선으로도 상당한 개선효과를 볼 수 있을 것으로 기대된다.

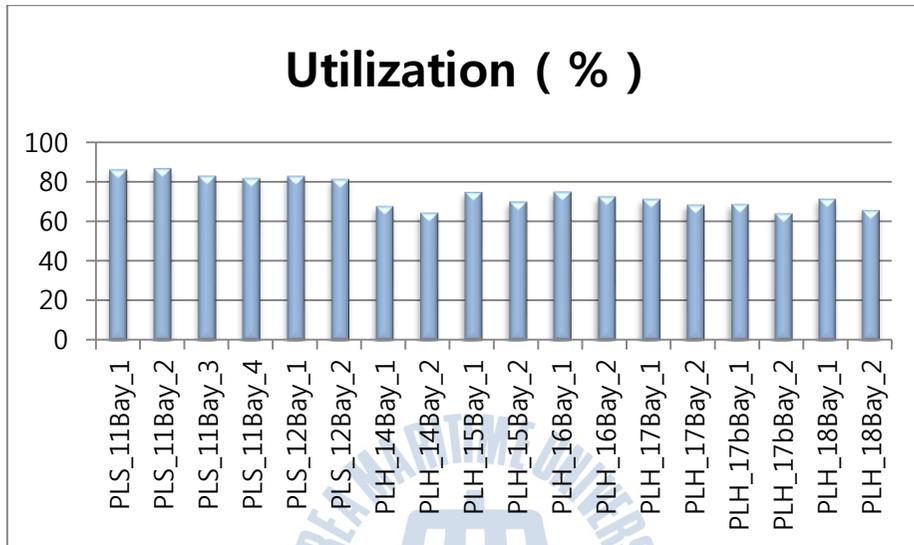


Figure 29 Simulation Result

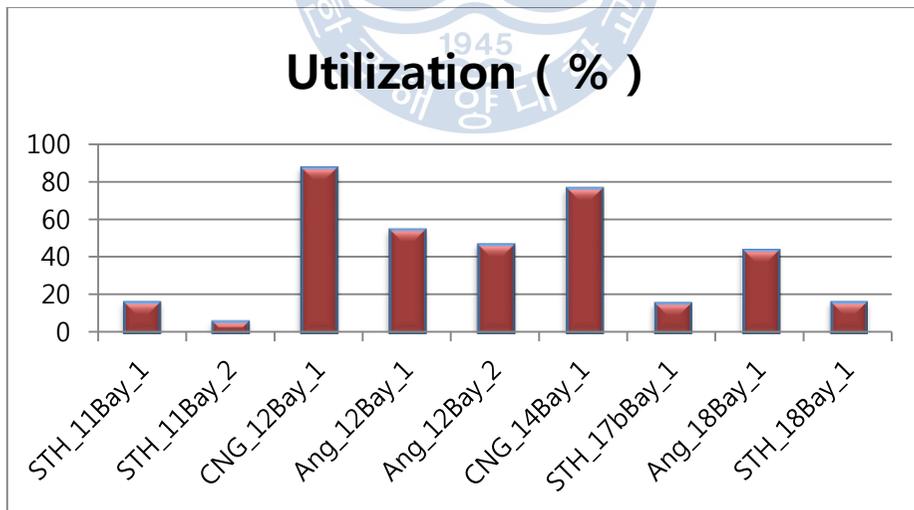


Figure 30 Simulation Result

시뮬레이션 결과 Figure 31을 보면 조립공정 중 병목 공장으로 볼 수 있는 곳은 24, 21B, 21C 이다. 해당 공장은 크레인의 인양 능력이 120Ton 이상으로 다른 공장에서 처리 할 수 없는 블록들을 처리하기 때문에 물량이 집중 되는 것을 볼 수 있다. Table 28에서 나타내진 바와 같이 부재나 블록이 완성된 이후 다음공정으로 넘어가기 전 대기 시간이 상당함을 알 수 있다. 이는 현행 일정계획의 부정확 함으로 인해 많은 재고 들이 쌓이는 것이라 할 수 있으며 첫 절 단 공정에서부터 블록 별로 운선순위를 조절함으로써 재고를 줄이고 가동률을 개선할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 28 Residence Time

제품	평균 대기 시간
부재	31일
블록	54일

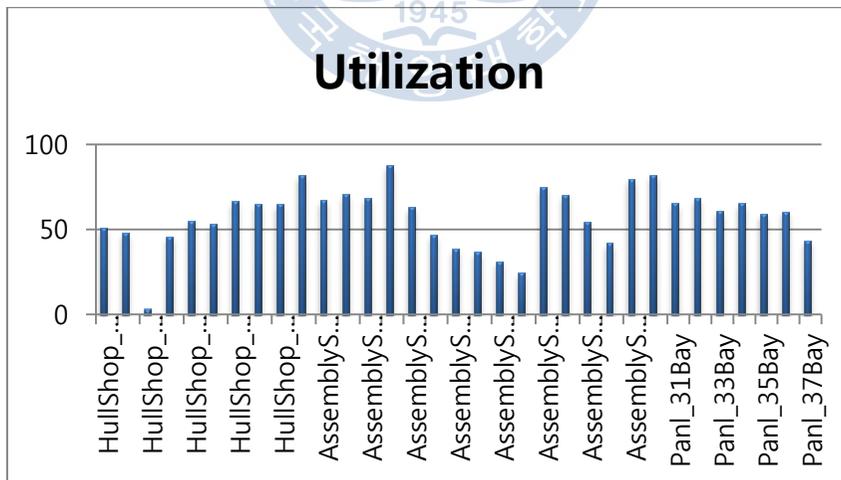


Figure 31 Simulation Result

## 7. 결론

본 연구에 앞서 선행연구로 진행된 중립구조 설계를 바탕으로 3개의 조선소데이터를 통합 할 수 있는 중립 구조를 제안하고 조선소데이터의 통합을 실행하였다. 실제 시뮬레이션용 데이터로의 변환을 위해 앞선 연구에서 고려되지 않았던 일정정보, 제품정보, 리소스 정보의 통합을 실행 하였으며 이를 시행하기 위한 변환 모듈을 개발했다. 또한 모듈을 통해 얻은 입력 데이터를 바탕으로 시뮬레이션을 수행 할 수 있는 별도의 프로그램을 개발 변환 모듈과 통합하였다. 이로써 시뮬레이션 프로그램에 대한 이해도가 다소 떨어 진다 하여도 개발된 프로그램을 사용하여 시뮬레이션을 시행하고 결과를 확인할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 시뮬레이션 모델을 구축함에 있어 2005 우종훈 의 연구에서 제안한 방법론을 사용하여 시뮬레이션의 완성도를 높일 수 있었으며 시뮬레이션 모델의 재사용성을 높일 수 있었다. 시뮬레이션 결과에 대한 활용으로 현행 조선소의 일정계획을 검증할 수 있다는 가능성을 보여 줌으로써 조선소 경쟁력 향상에 기여 할 것으로 기대된다.

## 참고문헌

우종훈, 2005. 제품, 공정, 설비와 일정 정보를 통합한 선박 건조 내업 시스템의 모델링 및 시뮬레이션 , 서울대학교, 공학박사 학위논문

이종학, 2014. 조선해양 일정관리 시뮬레이션을 위한 자료구조의 표준화 개발과 품질 평가 방법 , 한국해양대학교, 공학석사 학위논문

이동건 외, 2014. 조선소에서 시뮬레이션 기반 생산에 관한 연구 : 선포 계획 검증을 중심으로 . *한국마린엔지니어링학회* 논문집, Vol.20 pp. 86-95

이광국, 2013. 조선소 생산계획 업무 프로세스 분석을 통한 디지털 선박생산 시뮬레이션 적용 전략 수립. *한국정보통신학회* 논문집, Vol.17 pp 1761-1768

이필립, 2008. 시뮬레이션 기반 선박생산일정 검증을 통한 최적생산 연구 , 서울대학교, 공학석사 학위논문

우종훈 외, 2005. 디지털 조선소 구축 및 활용을 위한 모델링 및 시뮬레이션 프레임워크 구축 방법론. *대한조선학회* 논문집, 62, pp.411-420